

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**EFFECTO DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM), SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE “AJÍ HABANERO” (*Capsicum chinense* Jacq.) EN EL SECTOR CIENEGUILLO SUR-SULLANA.**

**Línea de Investigación: Biodiversidad y Mejoramiento Genético**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. MERCEDES JULIANA ALBURQUEQUE ZAPATA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGA**

**PIURA – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**EFEECTO DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM), SOBRE EL  
RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE “AJÍ HABANERO” (*Capsicum chinense*  
Jacq.) EN EL SECTOR CIENEGUILLO SUR-SULLANA.**

**Línea de Investigación: Biodiversidad y Mejoramiento Genético**

**Blga°. Mcblga MARÍA DOROTHY TORRES GALLO MSc.  
PRESIDENTE**

**Dr. JESÚS MANUEL CHARCAPE RAVELO Blgo.  
SECRETARIO**

**Blgo°. Mcblgo. JORGE LUIS BERMEJO BENITES  
VOCAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**EFFECTO DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM), SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE “AJÍ HABANERO” (*Capsicum chinense* Jacq.) EN EL SECTOR CIENEGUILLO SUR-SULLANA.**

**Línea de Investigación: Biodiversidad y Mejoramiento Genético**

---

**Br. MERCEDES JULIANA ALBURQUEQUE ZAPATA**  
**EJECUTOR**

---

**Blgo°- Mtblgo. CÉSAR AUGUSTO TORRES DÍAZ MSc.**  
**ASESOR**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE CIENCIAS



## ACTA DE SUSTENTACIÓN 009-2019-D-FC-UNP

### FACULTAD DE CIENCIAS

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada "EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM), SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE "AJÍ HABANERO" (*CAPSICUM CHINENSE* JACQ.) EN EL SECTOR DE CIENEGUILLO SUR-SULLANA", presentada por la señorita Bachiller MERCEDES JULIANA ALBURQUEQUE ZAPATA, con el asesoramiento del McBlgo. César Augusto Torres Díaz, MSc; oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, la declaran:

APROBADA ☒

DESAPROBADA ☐

Con la mención de:

MUY BUENO

☒ En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**.

☒ En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**; después que la sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 30 enero del 2019.

UNP

Mc Blgo.  MARIA DOROTHY TORRES DE LEÓN, MSc.  
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS

  
Dr. JESÚS MANUEL CHARCAPE RAVELO  
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS

  
McBlgo. JORGE LUIS BERMEJO BENITES  
VOCAL DE JURADO DE TESIS



Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla  
PIURA - PERU

## RESUMEN

Se estudió el cultivo de “ají habanero”, con la finalidad de determinar el efecto de dos formulaciones comercial de los EM (EM suelo y EM foliar) en combinación con dos condiciones de materia orgánica en el suelo (con y sin materia orgánica) y dos opciones de aplicación: 3 aplicaciones y seis aplicaciones sobre el rendimiento, calidad de fruta y otras características del cultivo. Se plantearon los siguientes objetivos: 1) Determinar el efecto de dos formulaciones de EM sobre el rendimiento 2) Determinar el efecto de tres frecuencias de aplicación de EM sobre el rendimiento 3) Determinar la interacción fuentes por frecuencias de aplicación de EM sobre el rendimiento y 4) Determinar el efecto de los tratamientos sobre la reducción de la población de nematodos en el suelo y raíces. Los resultados obtenidos producto de las aplicaciones de los tratamientos sobre el cultivo de “ají Habanero”, evidenciaron la existencia de respuestas distintas sobre rendimiento, tamaño de fruto y número de fruto. Se llegó a las siguientes conclusiones: 1) Los mayores rendimientos de fruta de “ají habanero” se lograron con las combinaciones CON MO x EM Suelo x 6 APLIC, SIN MO x EM Suelo x 3 APLIC y SIN MO x EM Suelo x 6 APLIC. Los rendimientos más bajos se obtuvieron con el testigo sin aplicación. 2) El factor fuente de EM representado por EM suelo es el que mayor influencia demostró en su efecto sobre rendimiento, tamaño de fruto y número de frutos. 3) Los tratamientos de EM con MATERIA ORGÁNICA presentan un mayor efecto sobre el incremento de la carga bacteriana del suelo. Los factores fuente de EM y NÚMERO DE APLICACIONES no parecen influir sobre el incremento de la población de bacterias. El testigo sin aplicación de EM fue el tratamiento de menor efecto sobre la población de bacterias. 4) Los tratamientos de EM con MATERIA ORGANICA son los que ejercen un mayor efecto de control de nematodos en raíces.

Palabra clave: EM y materia orgánica, microorganismos eficientes, EM foliar. EM suelo



## **DEDICATORIA**

Primero a Dios por ser esa fuerza invisible y guiarme siempre, por darme fe, salud y esperanza para culminar mi meta con satisfacción,

A mis padres Leo y Doris por el amor, el ejemplo y el apoyo incondicional en el camino recorrido de mi vida, gracias por darme una profesión para mi futuro y por creer en mí,

A mis hermanos Leonardo, Nelson, José Luis y Martin por todo el apoyo, cariño y paciencia brindada durante mi vida estudiantil y que aportaron para culminar esta etapa con éxito.

A mí cuñada Grace por ser partícipe de este logro, y a mí compañero incondicional Mario por estar presente en todo momento, por su apoyo incondicional.

A mi sobrina Adriana, que este logro mío se transforme en la inspiración que necesite para alcanzar sus propios sueños.

A mis profesores y amigos que siempre me dieron palabras de aliento y aquellos que de alguna manera colaboraron para la realización de este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer público mi reconocimiento y gratitud a la Facultad de Ciencias, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Piura, al personal directivo, docente y administrativo que contribuyeron a mi formación académica.

A mi asesor **Blgo° - Mcblgo. César Augusto Torres Díaz MSc.**, por su ayuda desinteresada, sus valiosas sugerencias, por la confianza y por haber realizado las correcciones y recomendaciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos.

A mi co asesor **Ing. Heber Arnaldo Alcoser Calle M.Sc.**, por brindarme su valioso tiempo compartiendo sus ideas y conocimientos para llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

A mis jurados; **Blga°. Mcblga María Dorothy Torres Gallo MSc., Dr. Jesús Manuel Charcape Ravelo Blgo., Blgo°. Mcblgo. Jorge Luis Bermejo Benites**, por acompañarme durante toda la investigación con sus aportes e ideas para concluir este trabajo.

A mis padres y hermanos quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mi capacidad e inteligencia.

A mi compañero incondicional Mario, por su apoyo en todo momento, y ser parte de mi sueño.

Eterna gratitud a todas aquellas personas que de una u otra forma fueron partícipes, gracias por brindarme su tiempo, paciencia y ser apoyo en momentos de decline y cansancio,

**De todo corazón, ¡muchas gracias!**

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>3</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.3 OBJETIVOS .....	5
1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
<b>CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>9</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	9
2.2. MARCO TEÓRICO .....	10
2.3. MARCO CONCEPTUAL .....	16
2.4. HIPOTESIS .....	17
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>18</b>
3.1. ENFOQUE Y DISEÑO .....	18
3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Densidad de siembra de Ají.....	12
<b>Tabla 2.</b> Determinaciones y métodos del análisis del suelo. ....	18
<b>Tabla 3.</b> Modelo del análisis de varianza. ....	26
<b>Tabla 4.</b> Factores y niveles en estudio. ....	26
<b>Tabla 5.</b> Tratamientos en estudio ....	27
<b>Tabla 6.</b> Resultados del análisis físico químico del suelo ....	30
<b>Tabla 7.</b> Datos meteorológicas mensuales durante la fase experimental (año 2017). estación meteorológica de Miraflores. ....	32
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza para rendimiento de fruta. ....	32
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para efecto principal e interacción de las diferentes fuentes de variabilidad para rendimiento de fruta. (Kg. Ha-1).....	33
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza para peso, longitud y diámetro ecuatorial de fruto.....	43
<b>Tabla 11.</b> Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para efecto principal e interacción de las diferentes fuentes de variabilidad para peso, longitud y diámetro ecuatorial del fruto. .....	44
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza para número de frutos por planta.....	45
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para efectos principales e interacción de las diferentes fuentes de variabilidad para número de frutos por planta. .....	46
<b>Tabla 14.</b> Población de colonias de bacterias actinomicetos y hongos aislados en 10g de suelo agrícola antes y después del experimento. (promedio de tres repeticiones por dilución y por muestra). .....	54
<b>Tabla 15.</b> Población de huevos y larvas en suelo y raíces de <i>Meloidogyne</i> en suelo al inicio de la cosecha. .....	55
<b>Tabla 16.</b> Rendimiento de fruta (Kg.parcela-1).....	65
<b>Tabla 17.</b> Rendimiento de fruta (Kg.ha-1).....	65
<b>Tabla 18.</b> Peso individual de fruto (g).....	66
<b>Tabla 19.</b> Número de frutos por planta.....	66

<b>Tabla 20.</b> Longitud de fruto (cm).....	67
<b>Tabla 21.</b> Diámetro de fruto de fruto (cm).....	67
<b>Tabla 26.</b> Altura de planta (cm).....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la Región Piura en el contexto del Perú y América del Sur.....	6
<b>Figura 2.</b> Ubicación del sector Cieneguillo en el contexto de la Región Piura .....	7
<b>Figura 3.</b> Obtención de muestra de suelo .....	20
<b>Figura 4.</b> Obtención de muestra de suelo .....	20
<b>Figura 5.</b> Preparación del terreno, gradeo .....	21
<b>Figura 6.</b> Surcado del terreno .....	21
<b>Figura 7.</b> Preparación del compost .....	21
<b>Figura 8.</b> Aplicación del compost .....	21
<b>Figura 9.</b> Presentación comercial de los EM suelo y EM planta antes de su activación.....	22
<b>Figura 10.</b> Presentación de EM activado. ....	22
<b>Figura 11.</b> Activación de EM .....	22
<b>Figura 12.</b> Activación de EM .....	22
<b>Figura 13.</b> Aplicación de EM suelo .....	23
<b>Figura 14.</b> Aplicación de EM foliar .....	23
<b>Figura 15.</b> Plantines listos para el trasplante. ....	24
<b>Figura 16.</b> Plantin listo para el trasplante. ....	24
<b>Figura 17.</b> Operación de tasplante a campo definitivo. ....	24
<b>Figura 18.</b> Operación de tasplante a campo definitivo .....	24
<b>Figura 19.</b> Aplicación del riego .....	25
<b>Figura 20.</b> Aplicación de EM.....	25
<b>Figura 21.</b> <i>Acaro hialino</i> .....	25
<b>Figura 22.</b> <i>Fusarium</i> .....	25
<b>Figura 23.</b> Muerte de planta por ataque de <i>Fusarium</i> .....	26
<b>Figura 24.</b> <i>Phytophora</i> .....	26
<b>Figura 25.</b> Efecto principal materia orgánica.....	35
<b>Figura 26.</b> Efecto principal fuente de EM .....	37
<b>Figura 27.</b> Efecto principal número de aplicaciones .....	38
<b>Figura 28.</b> Interacción MO x EM sobre el rendimiento de fruta por Ha .....	39
<b>Figura 29.</b> Interacción MO x N sobre el rendimiento de fruta por Ha .....	40
<b>Figura 30.</b> Interacción Fuente de EM x N sobre el rendimiento de fruta por Ha.....	41

<b>Figura 31.</b> Interacción materia orgánica por fuente de EM por número de aplicaciones sobre el rendimiento de fruta (MO x EM x N). .....	43
<b>Figura 32.</b> Comparación promedio de tratamientos vs testigo sobre el rendimiento de fruta. ....	45
<b>Figura 33.</b> Efecto principal materia orgánica sobre el número de frutos por planta.....	48
<b>Figura 34.</b> Efecto principal fuente de EM sobre el número de frutos por planta.....	50
<b>Figura 35.</b> Efecto principal número de aplicaciones sobre el número de frutos por planta. ....	51
<b>Figura 36.</b> Interacción MO x fuente de EM sobre el número de frutos por planta.....	52
<b>Figura 37.</b> Interacción MO x Numero de aplicaciones sobre el número de frutos por planta. ....	53
<b>Figura 38.</b> Interacción Fuente de EM x Número de aplicaciones sobre el número de frutos por planta. ....	53
<b>Figura 39.</b> Interacción Fuente de EM x Número de aplicaciones sobre el número de frutos por planta. ....	54
<b>Figura 40.</b> Comparación promedio de tratamientos vs el testigo sin aplicación de EM sobre el número de frutos por planta. ....	55
<b>Figura 41.</b> Croquis de campo experimental.....	65
<b>Figura 42.</b> Distribución de tratamientos.....	66
<b>Figura 43.</b> Activación de EM (Suelo y Foliar), agregando 1 L de melaza de caña.....	71
<b>Figura 44.</b> EM (Suelo y Foliar) terminados.....	71
<b>Figura 45.</b> Identificación de los tratamientos.....	72
<b>Figura 46.</b> Verificación de frutos.....	72
<b>Figura 47.</b> Cosecha de frutos por bloques.....	73
<b>Figura 48.</b> Peso de frutos por bloques.....	73

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexos A.</b> Campo experimental.....	65
<b>Anexos B.</b> Tratamientos.....	66
<b>Anexos C.</b> Parámetros Evaluados.....	67
<b>Anexos D.</b> Galería de fotos.....	71

## RESUMEN

Se estudió el cultivo de “ají habanero”, con la finalidad de determinar el efecto de dos formulaciones comercial de los EM (EM suelo y EM foliar) en combinación con dos condiciones de materia orgánica en el suelo (con y sin materia orgánica) y dos opciones de aplicación: 3 aplicaciones y seis aplicaciones sobre el rendimiento, calidad de fruta y otras características del cultivo. Se plantearon los siguientes objetivos: 1) Determinar el efecto de dos formulaciones de EM sobre el rendimiento 2) Determinar el efecto de tres frecuencias de aplicación de EM sobre el rendimiento 3) Determinar la interacción fuentes por frecuencias de aplicación de EM sobre el rendimiento y 4) Determinar el efecto de los tratamientos sobre la reducción de la población de nematodos en el suelo y raíces. Los resultados obtenidos producto de las aplicaciones de los tratamientos sobre el cultivo de “ají Habanero”, evidenciaron la existencia de respuestas distintas sobre rendimiento, tamaño de fruto y número de fruto. Se llegó a las siguientes conclusiones: 1) Los mayores rendimientos de fruta de “ají habanero” se lograron con las combinaciones CON MO x EM Suelo x 6 APLIC, SIN MO x EM Suelo x 3 APLIC y SIN MO x EM Suelo x 6 APLIC. Los rendimientos más bajos se obtuvieron con el testigo sin aplicación. 2) El factor fuente de EM representado por EM suelo es el que mayor influencia demostró en su efecto sobre rendimiento, tamaño de fruto y número de frutos. 3) Los tratamientos de EM con MATERIA ORGÁNICA presentan un mayor efecto sobre el incremento de la carga bacteriana del suelo. Los factores fuente de EM y NÚMERO DE APLICACIONES no parecen influir sobre el incremento de la población de bacterias. El testigo sin aplicación de EM fue el tratamiento de menor efecto sobre la población de bacterias. 4) Los tratamientos de EM con MATERIA ORGANICA son los que ejercen un mayor efecto de control de nematodos en raíces.

Palabra clave: EM y materia orgánica, microorganismos eficientes, EM foliar. EM suelo



## **ABSTRACT**

The cultivation of habanero chili was studied, in order to determine the effect of two commercial formulations of EM (soil EM and foliar EM) in combination with two conditions of organic matter in the soil (with and without organic matter) and two Application options: 3 applications and six applications on yield, fruit quality and other characteristics of the crop. The following objectives were set: 1) Determine the effect of two EM formulations on performance 2) Determine the effect of three frequencies of application of EM on performance 3) Determine the interaction of sources by frequencies of application of EM on yield and 4) Determine the effect of the treatments on the reduction of the population of nematodes in the soil and roots. The results obtained as a result of the applications of the treatments on the cultivation of "ají Habanero", evidenced the existence of different answers on yield, fruit size and fruit number. The following conclusions were reached: 1) The highest yields of habanero chili fruit were achieved with the combinations WITH MO x EM Soil x 6 APLIC, WITHOUT MO x EM Soil x 3 APLIC and WITHOUT MO x EM Soil x 6 APLIC. The lowest yields were obtained with the control without application. 2) The EM source factor represented by EM soil is the one that showed the greatest influence in its effect on yield, fruit size and number of fruits. 3) The treatments of EM with ORGANIC MATTER present a greater effect on the increase of the bacterial load of the soil. The EM source factors and NUMBER OF APPLICATIONS do not seem to influence the increase in the bacterial population. The control without application of EM was the treatment with the least effect on the bacterial population. 4) The treatments of EM with ORGANIC MATTER are those that exert a greater effect of control of nematodes in roots.

Word cave: EM and organic matter, efficient microorganisms, foliar EM. EM ground

## INTRODUCCIÓN

En Piura, desde hace algunos años, se viene observando grandes inversiones en cultivos de agro exportación como vid, caña de azúcar para etanol, y diferentes especies del género *Capsicum*. El cultivo de diferentes variedades y tipos de ajíes, como: “paprika”, “piquillo”, “tabasco”, “jalapeño”, “morrón”, “habanero”, etc. se vienen sembrando con gran éxito, por lo que su siembra se ha convertido en una buena alternativa de producción y agro exportación para las diferentes empresas agroindustriales y para pequeños y medianos productores.

Gran parte de estas inversiones se están realizando en áreas marginales de zonas desérticas, que se caracterizan por presentar suelos de textura de arena franca, de baja fertilidad, alta vulnerabilidad, baja capacidad de uso y sometidas a una alta presión de monocultivos intensivos. Estas condiciones de producción requieren de la implementación de sistemas de producción que contrarresten estas limitaciones y permita la obtención de altos rendimientos, buena calidad del producto cosechado, pero que además promuevan la sostenibilidad de los recursos naturales de producción.

El uso de grandes cantidades de materia orgánica a base de estiércol procedente de la ganadería de la región, es una de las medidas que se están utilizando en estos suelos para el desarrollo de cultivos intensivos, sin embargo, el estiércol es un recurso limitado y cada vez más escaso, por lo que se requiere complementar su uso con otras acciones que mejoren la eficiencia, efectividad y poder residual de sus beneficios.

En el capítulo I, aspectos de la problemática, Se describe en forma detallada y objetiva el contexto en el que se cultiva el “ají habanero”. También se identifica, delimita y formula el problema de la investigación. Asimismo, se argumenta la importancia y justificación de la investigación. Se plantean los objetivos generales y específicos que determinan la metodología y procedimientos de la investigación.

En el capítulo II, marco teórico, se presentan los antecedentes teóricos sobre los estudios previos de los EM a nivel nacional e internacional. Se describen los principios teóricos en que se sustenta la acción y los beneficios de los microorganismos eficaces y su aplicación en el mejoramiento de las condiciones del suelo para potenciar el crecimiento y desarrollo de los cultivos. El marco teórico se desarrolló en base a información teórica, confirmada científicamente y publicada en libros y revistas, referentes a las variables en estudio. En base al marco teórico se planteó la hipótesis de la investigación.

El capítulo III, marco metodológico, comprende aspectos relacionados con la definición del tipo de investigación, tamaño y delimitación de la muestra, el diseño experimental, el campo experimental, los tratamientos en estudio, las observaciones experimentales y la metodología y técnicas utilizadas en el experimento.

En el capítulo IV, resultados y discusión, se ha desarrollado el análisis y la interpretación mediante el uso de tablas de resultados y análisis de varianza, con sus respectivas pruebas de hipótesis para cada una de las observaciones experimentales. Después de cada tabla se explica y discute cada resultado.

En el capítulo V, conclusiones, se resume y precisa los resultados obtenidos en la investigación de acuerdo a las hipótesis específicas y a los objetivos logrados.

En el capítulo VI: recomendaciones, Se sugiere las acciones y recomendaciones a implementar para la continuación del proyecto con fines de aplicar el conocimiento generado en la investigación para un uso práctico en beneficio de los productores de “ají habanero”.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

El “ají habanero” es un cultivo que ofrece una buena alternativa de producción y de negocios para los agricultores de la región norte del Perú, sin embargo, cuando el cultivo se realiza bajo condiciones de suelo arenoso, éste es afectado principalmente por el nematodo *Meloidogyne sp*, el mismo que afecta el crecimiento y desarrollo de la planta, reduciendo el rendimiento y calidad del producto, incluso puede producir la muerte de la planta e inutilizar el terreno para siembras posteriores. Además, el ataque de nematodos a los cultivos produce heridas en el sistema radicular de la planta, creando condiciones para el ingreso de algunas especies de hongos Fito patógenos, que agravan el problema sanitario.

La materia orgánica aplicada al suelo, ayuda, en cierta medida, a reducir el ataque de nematodos al sistema radicular de la planta, pero no es capaz de un control definitivo y casi siempre se tiene que recurrir al uso de pesticidas (nematicidas), con las consecuencias que implica el uso de agroquímicos tóxicos para el cultivo, el ambiente, acumulación de residuos en los alimentos y peligro para los trabajadores de campo.

El mercado de productos agropecuarios ofrece a los productores dos formas de presentación de EM, uno formulado para su aplicación al suelo y otro para su aplicación vía foliar. Ambas presentaciones son combinaciones de microorganismos benéficos naturales con un amplio abanico de usos, que actuando de manera sinérgica generan sustancias benéficas como antioxidantes, aminoácidos, vitaminas, enzimas y ácidos orgánicos.

En este contexto es necesario buscar alternativas de manejo agronómico, que incluyan el uso de los EM en combinación con la aplicación de materia orgánica, que permitan mejorar las condiciones fisiológicas de la planta para lograr un mayor cuajado, retención y crecimiento de fruto y de esta forma mejorar la rentabilidad del cultivo.

El problema de la investigación se formula y delimita en la siguiente pregunta:

¿Cómo y en qué medida los microorganismos eficaces (EM) de aplicación al suelo y de aplicación foliar determinan el rendimiento en el cultivo de “ají habanero” (*Capsicum chinense* Jacq) bajo dos condiciones de materia orgánica en suelo arenoso, sector Cieneguillo Sur-Sullana?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Con el presente trabajo se logró determinar el efecto de la aplicación de dos fuentes de microorganismos eficaces aplicadas al suelo y al follaje del cultivo de “ají habanero”. La investigación se justificó en razón de la necesidad de mejorar las condiciones de producción del cultivo de “ají habanero” cultivado bajo condiciones de suelo arenoso de baja fertilidad y sostenibilidad, donde el principal problema es la proliferación del nematodo *Meloidogyne* *sp* asociado al ataque de hongos radiculares fitopatógenos. Además, las referencias bibliográficas consultadas indican que el uso de microorganismos eficaces al suelo o al follaje muestran que la aplicación de cultivos de EM al ecosistema del suelo/planta mejora la calidad y salud del suelo, y el crecimiento, producción, calidad de los productos cosechados.

Al término del experimento se determinó la mejor combinación de EM suelo y EM foliar que permitió un mayor cuajado, retención y crecimiento del fruto que se traduce en un mayor rendimiento y calidad de cosecha en suelos arenosos con baja capacidad de uso. Esta información será de gran ayuda para los agricultores productores de diferentes especies de *Capsicum*, que dispondrán de una técnica validada para implementar en sus cultivos a fin de mejorar la rentabilidad de su sistema de producción.

Se logró determinar el efecto de los EM sobre el rendimiento y sobre algunas características morfo productivas del cultivo de “ají habanero” cuando se siembra en un suelo arenoso con o sin materia orgánica. Estos resultados son de gran importancia para las empresas y para muchos pequeños agricultores que cultivan el “ají habanero” en condiciones de suelo arenosos de baja fertilidad, donde se tiene problemas de nutrición de la planta y

problemas con nematodos y hongos fitopatógenos, que es característica propia de estos suelos.

Los resultados de esta investigación podrán ser inferidos para su aplicación práctica en otros cultivos en condiciones de suelo arenoso, como son hortalizas en general, mango, uva, caña de azúcar y otros cultivos de agro exportación, donde los productores invierten muchos recursos en el control de nematodos.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar el efecto de microorganismos eficaces (EM), sobre el rendimiento en el cultivo de “ají habanero” (*Capsicum chinense* Jacq), sector Cieneguillo Sur-Sullana.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- Determinar el efecto de la condición de materia orgánica del suelo sobre el rendimiento de fruta en el cultivo de “ají habanero” bajo condiciones de un suelo arenoso.
- Determinar el efecto de dos fuentes de EM sobre el rendimiento de fruta en el cultivo de “ají habanero” bajo condiciones de un suelo arenoso.
- Determinar el efecto del número de aplicaciones sobre el rendimiento de fruta en el cultivo de “ají habanero” bajo condiciones de un suelo arenoso.
- Determinar la interacción de los factores materia orgánica del suelo por fuentes de EM por número de aplicaciones sobre el rendimiento de fruta del “ají habanero”.
- Determinar el efecto de los tratamientos EM y materia orgánica sobre la formación de agallas radiculares.

## **1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.4.1. Lugar de ejecución.**

La fase de campo del proyecto se ejecutó en una parcela de 6.00 Ha, ubicada en el lateral 42.19 B Canal Mocho – Cieneguillo Sur. Los análisis de laboratorio se ejecutarán en la Universidad Nacional de Piura.

#### **Ubicación Política**

Departamento : Piura

Provincia : Sullana

Distrito : Sullana

Valle : Del Chira

Sector : Cieneguillo Sur

#### **Ubicación Geográfica**

Latitud Sur : 4° 59' 20" N

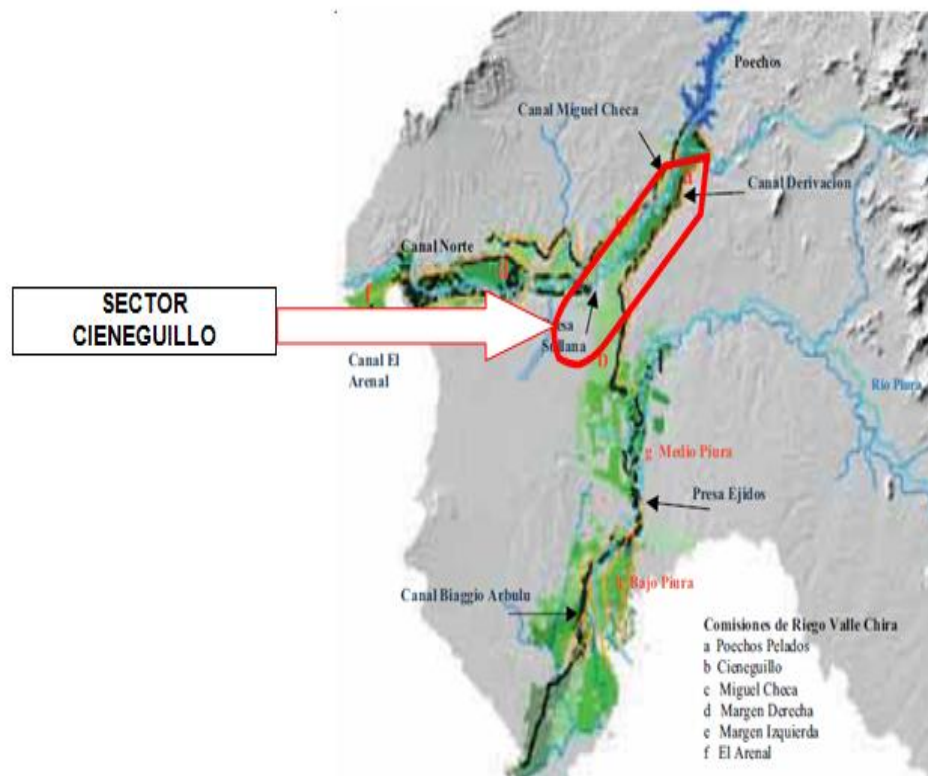
Longitud Oeste: 80° 40' 48" O

Altitud : 62 msnm



**Figura 1. Ubicación de la Región Piura en el contexto del Perú y América del Sur**





**Figura 2. Ubicación del sector Cieneguillo en el contexto de la Región Piura**

**1.4.2. Duración del estudio:** El proyecto se ejecutó en su fase de campo desde el 17 de mayo hasta el 30 de octubre del 2017. Y la fase de análisis de información, redacción y presentación de la tesis, hasta el 15 de diciembre del 2017.

## CAPÍTULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.5. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.

Peñafile y Donoso (2004), en la investigación realizada sobre “Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (ME), en el cultivo de “pepino” (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435” obtuvieron las siguientes conclusiones: De las cuatro dosis de EM y un testigo de comparación, no hubo diferencias estadísticas entre estos tratamientos y el testigo, a pesar que el tratamiento 4 logró el mejor peso en la 1er cosecha con un peso promedio de 321.1 gr. En lo referente a las variables días a la 5ta y 7ma, cosecha se puede determinar que el tratamiento 3 con 68.93 días y el tratamiento 2 con 78.33 días respectivamente, obtuvieron una mayor precocidad para estas variables. El tratamiento 1 se colocó en primer lugar con respecto al número de flores del 1 racimo floral y número de frutos por racimos con un promedio de 1.133 cada uno. En lo referente a la calidad se pudo observar que el testigo presento más precozmente el ataque de *Mildiu vellosa*.

El Instituto JATHA-MUHU (2009), en la investigación realizada sobre “Influencia de la aplicación foliar de microorganismos eficaces (EM) en el establecimiento de alfalfa” obtuvieron los siguientes resultados: en el rebrote del primer año de establecimiento del cultivo de alfalfa, variedad “W-350”, con aplicación de una dosis de 3.5 ml. de EM más estiércol ha generado una altura mayor a 24 cm, y aquellos con aplicación de una dosis de 2.5 ml de EM sin estiércol han alcanzado una altura promedio de 17 cm. durante 10 meses de establecimiento.

Tolombo (2012), en un estudio de evaluación de Microorganismos Eficientes Autóctonos en el rendimiento de “cebolla blanca” (*Allium fistulosum*), en un ensayo de 3 dosis y 3 frecuencias de aplicación de EM, no encontró diferencias estadísticas en ninguna fuente de variabilidad para rendimiento de bulbos. Se determinó la acción microorganismos eficientes (EM) sobre la capacidad de intercambio catiónico (CIC) para la recuperación de un suelo del municipio de Mondoñedo, Cundinamarca.

## 2.6. MARCO TEÓRICO

**2.6.1. Taxonomía:** Tanaka, T. 1969 presenta la siguiente clasificación del “ají habanero”

<b>Reino</b>	<b>: Vegetal</b>
<b>Sub Reino</b>	<b>: Fanerógama</b>
<b>División</b>	<b>: Angiosperma</b>
<b>Clase</b>	<b>: Dicotiledónea</b>
<b>Orden</b>	<b>: Solanales</b>
<b>Familia</b>	<b>: Solanaceae</b>
<b>Género</b>	<b>: <u>Capsicum</u></b>
<b>Especie</b>	<b>: <u>Capsicum chinense</u></b>
<b>Variedad</b>	<b>: Habanero</b>

### 2.6.2. Ajíes picantes.

Pro ají, 2010, indica que el término ají se usa principalmente para los tipos picantes de *Capsicum*, que en general son de tamaño más pequeño comparado con el pimiento, pimentón del tipo “Bell” o pimientos dulces usados comúnmente para consumo en fresco. El ají ha sido parte de la dieta humana desde hace más de 7500 años AC y, según evidencias arqueológicas encontradas en la zona del sur del Ecuador, se ha demostrado que el cultivo fue domesticado hace más de 6000 años, ubicándolo como uno de las primeras especies vegetales sembradas en América con un fin determinado. Aunque se reconoce a Bolivia como el centro de origen del género *Capsicum* sus centros de dispersión y domesticación son todavía motivo de debate. Cinco son las especies de *Capsicum* de mayor importancia económica y son: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*, y éstas presentan diferencias en cuanto a forma del fruto, color, ancho de la cavidad y picor.

### 2.6.3. Propiedades del “ají habanero”.

Santoyo y Martínez, 2011, reportan las siguientes propiedades del “ají habanero”

- a) Es considerado el chile más picante (de 150 mil a 350 mil SHU)
- b) Es una excelente fuente de vitamina A, contiene el doble de Vitamina C que los cítricos y fortalece el sistema inmunológico.
- c) Contiene una alta concentración de beta caroteno y flavonoides antioxidantes que desaceleran el envejecimiento.
- d) La capsaicina combate la migraña y los dolores de cabeza.

- e) Ayuda a aliviar la artritis.
- f) La capsaicina contenida en el chile habanero posee fuertes propiedades antibacteriales, que permiten prevenir y atacar las infecciones crónicas de los paranasales (sinusitis).
- g) Es un potente antiinflamatorio que alivia dolores musculares y reumáticos.
- h) Su consumo regular disminuye el colesterol en la sangre.
- i) Puede aliviar padecimientos intestinales crónicos y ayudar en el proceso de digestión. La capsaicina contenida en el chile habanero puede prevenir algunos tipos de cáncer, como del intestino, colon y estómago.
- j) La capsaicina es un agente termogénico, que ayuda a elevar la actividad metabólica, ayudando al cuerpo a quemar grasas y calorías.
- k) El “chile habanero” estimula la producción de endorfinas, por lo que su consumo genera un estado placentero.

#### **2.6.4. Características generales de la planta.**

*Capsicum chinense* Jacq: Las flores son blancas como las de *C. annuum*, las anteras con antocianinas, el cáliz con puntas cortas, con una distintiva construcción anular en la base. Se forman de dos a cinco flores por nudo, usualmente tres, los pedúnculos diversamente curvados, en contraste con *C. frutescens*. Es probable que las formas silvestres hayan sido encontradas en la cuenca amazónica del este de Perú. El fruto de las especies silvestres es esférico, de 5 mm. Las especies cultivadas tienen formas muy variadas, algunas son suaves, otros muy sinuosos. La longitud puede ser de 20 cm. Estas especies están estrictamente en Sudamérica, donde son ampliamente cultivadas. En Estados Unidos, se conocen unos pocos reportes sobre su uso, y en México, se conoce principalmente el cultivar “Habanero”. El inmaduro va de verde a amarillo, y el fruto maduro es rojo o anaranjado, amarillo limón o café. Cultivares no pungentes han sido encontrados en el norte de Argentina, pero no son conocidos en otros lugares. El requerimiento climático no difiere mucho de *C. annuum*. La poca difusión de su uso, lo hace ser menos conocido que las especies de *C. annuum*. (Proají, 2010).

### 2.6.5. Condiciones agroecológicas.

El ají se adapta de 0 a 2000 metros sobre el nivel del mar. Con excepción de *C. pubescens*, el resto de las especies de ají son exigentes en cuanto a clima el cual debe ser cálido y seco. Clima y temperaturas bajas no son favorables al cultivo. Los cultivares picantes del *C. baccatum* y *C. frutescens*, son más tolerantes a temperaturas elevadas que el *C. annuum*. El cuaje de frutos no ocurre a temperaturas inferiores a 15° C o sobre 32° C, encontrándose su óptimo entre 16 a 21° C. La planta de chile requiere calor para su crecimiento y desarrollo, además de ser altamente sensible a temperaturas bajas, así se tiene que temperaturas de 12° C o menos afectan el cultivo. La germinación y crecimiento de la planta de chile se da bien entre los 13 a 30° C. Bajo 13° C, la germinación es lenta, mientras que a 21° C la semilla logra germinar a los 12 días y a 25° C en 8 días. La temperatura, igualmente desempeña un rol importante en la producción. Temperaturas sobre 32° C en el día y 13° C durante la noche, afectan el cuaje de las flores. Las flores de chile abren normalmente por un período de 24 a 30 horas, por lo tanto, períodos cortos de condiciones adversas pueden influenciar en el cuaje de las flores. Por otro lado, los frutos son sensibles a los rayos directos del sol, por lo que se requiere que la planta tenga buena cobertura de hojas. La temperatura gobierna el ritmo de desarrollo del cultivo y la calidad del fruto expresado en su contenido de ácido cítrico y color. La intensidad de luz no tiene efecto directo en la coloración, aunque sí tiene un efecto indirecto sobre la temperatura del fruto produciendo escaldaduras. A temperaturas sobre los 35° C, son pocos los frutos que logran cuajar, especialmente si el aire es seco y prevalece un fuerte viento. El ají es más tolerantes a temperaturas elevadas que el “pimiento dulce”. El “chile picante” prefiere suelos de textura franca o franco arcilloso, que tengan buen drenaje interno y externo. Se adapta bien a suelos con pH entre 5.5 a 7.0. Tierras arcillosas ricas en calcio son las preferidas por este cultivo. (Azcón y Talón 2000).

## 2.6.6. Sistemas de plantación

**Tabla 1. Densidad de siembra de ají.**

<b>AJI HABANERO</b>	Una hilera			Doble hilera en camas			
	Distanciamiento		Número de plantas/ha	Distanciamiento			Número de plantas/ha
	1,00	0,50		1,00	0,50	0,50	
	1,20	0,80	10416,67	1,20	0,50	0,50	33333,33
	1,50	0,80	8333,33				
	1,50	0,50	13333,33				

## 2.6.7. La materia orgánica en el suelo.

Los organismos del suelo (biota), incluyendo los microorganismos, usan los residuos de las plantas y los animales y los derivados de la materia orgánica como alimentos. A medida que descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre) son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas (disponibilidad de nutrientes). Los productos de desecho producidos por los microorganismos contribuyen a la formación de la materia orgánica del suelo. Los materiales de desecho son más difíciles de descomponer que el material original de las plantas y los animales, pero pueden ser usados por un gran número de organismos. Los organismos del suelo de todas las formas y tamaños, desde los microbios hasta la macrofauna, son de gran importancia para la salud de las plantas y su nutrición ya que interactúan directamente en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes. Influyen sobre la humedad y disponibilidad de nutrientes y la movilidad en el perfil del suelo. Ciertas especies pueden además convertirse en plagas y patógenos debido a un desequilibrio de la población y dan lugar a una pérdida de interacciones críticas en la red alimentaria del suelo. Los microorganismos son los responsables de la mineralización y la inmovilización del nitrógeno, el fósforo y el azufre, entre otros, a través de la descomposición de la materia orgánica y contribuyen a la gradual y continua liberación de los nutrientes para las plantas. Por lo tanto, las prácticas agronómicas que influyen en el reciclaje de nutrientes, especialmente en la mineralización y en la inmovilización, contribuyen a un inmediato incremento o pérdida de la productividad lo cual es reflejado en la rentabilidad del sistema agrícola. La aplicación de los principios de la Agricultura de Conservación mejora el hábitat e incrementa la población de los organismos del suelo, lo cual a su vez resulta en: (EEAPITAJ 2011).

- a) La incorporación y reducción de los residuos.

- b) El incremento de la actividad microbiana y, por lo tanto, el reciclaje de los nutrientes.
- c) La mezcla y la unión de las partículas de suelo.
- d) La fijación del nitrógeno atmosférico.
- e) El secuestro de carbono (almacenado como carbono del suelo).
- f) La movilización de los nutrientes del perfil.
- g) La creación de galerías que mejoran la porosidad, la infiltración y la capacidad de retención del agua.

Por otro lado, cuando el ecosistema del suelo no está bien manejado, las especies tienden a desaparecer resultando en una reducción de los efectos anteriores y a la dominancia de ciertas especies con consecuencias negativas. (FAO, 2006).

#### **2.6.8. Microorganismos eficaces EM**

El EM es una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural desarrollada por el Prof. Teruo Higa y su equipo en la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Sus aplicaciones son múltiples: en la agricultura como promotor del crecimiento de las plantas y supresor de enfermedades, en la ganadería disminuyendo los trastornos digestivos típicos de los rumiantes (meteorismo), en los tambos y avícolas eliminando moscas y malos olores y en el medio ambiente como ayuda para recuperar las aguas contaminadas y acelerador de la descomposición en los vertederos de residuos sólidos urbanos. Presenta además diversos usos domésticos (control de moscas, eliminación de malos olores, etc.). En otros países se están evaluando sus efectos como por ejemplo antioxidante en la salud humana. Los microorganismos efectivos conocidos por su sigla en inglés –EM–, son una mezcla de tres grupos de microorganismos completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en los alimentos. El EM contiene: 1) *Lactobacillus* (ácido láctico), similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos. 2) *Saccharomices* (levaduras), como las que se emplean para elaborar el pan, la cerveza o los vinos. 3) *Rhodopseudomonas* (Fototróficas o Fotosintéticas), habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2009)



Los Lacto bacilos o bacterias ácido lácticas producen sustancias que aceleran la descomposición de la materia orgánica, por lo cual el EM permite reducir el período de compostaje. Estos microorganismos además producen sustancias que ayudan a controlar algunos patógenos que atacan a las plantas. Las levaduras por su parte producen sustancias que actúan como hormonas naturales y que promueven el crecimiento y el desarrollo de las plantas. (EMPROTEC 2011)

Los principales efectos del EM en área agrícola son los siguientes: Promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas. Mejora la capacidad fotosintética de las plantas. Ayuda a las plantas a desarrollar resistencia a plagas y enfermedades. Suprime algunos patógenos que habitan en el suelo. Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. Solubiliza nutrientes en el suelo. Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, tanto por la aplicación directa de EM como a través de la incorporación de compost o bokashi. Acelera la descomposición natural de los residuos de cosecha dejados en el campo. El principio fundamental de esta tecnología fue la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, suprimir putrefacción (incluyendo enfermedades) microbios y mejorar la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas. El EM ayuda al proceso de descomposición de materiales orgánicos y durante la fermentación produce ácidos orgánicos que normalmente no está disponible como: ácidos lácticos, ácidos acéticos, aminoácidos y ácidos málicos, sustancias bioactivas y vitaminas. Un ingrediente primordial en este proceso es la materia orgánica que es suministrada por el reciclado de residuos de los cultivos, materia verde y deshechos animales. Asimismo, este proceso lleva a un incremento de humus en el suelo: Las bacterias ácido lácticas, que es un importante microorganismo en el EM, suprimen microbios patogénicos directa e indirectamente por la producción de actinomicetes. También se conoce que el efecto antioxidante del EM mejora el sistema inmunológico de plantas y animales. (EM Producción y Tecnología S,A, 2007)

#### **2.6.9. Activación de los EM**

El EM tiene varias expresiones, por ejemplo; EM solución madre, EM original, EM básico, EM concentrado etc., son diferentes nombres para el mismo producto, pero, está uniformando su nombre solo EM-1. y el EM-1 viene únicamente en forma líquida y contiene

microorganismos útiles y seguros. : Bacterias ácido lácticas  $10^4$ , Bacterias fototróficas  $10^3$ , Levaduras  $10^3$ .

El EM-1 este estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto, antes de usarlo, hay que activarlo, quiere decir “productos secundarios” de EM. (EM Activado = EMA) El cual puede obtener mayor población de microorganismos benéficos y también puede minimizar el costo. EM Activado consiste en 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja para que se fermente durante una o dos semanas. Un olor agri dulce y un pH 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo. Y la activación es solo una vez, si lo hace más, se pierde equilibrio de los microorganismos, por lo tanto, no hay garantía sobre su calidad y función. También debe usar los mismos materiales y volumen mencionado, si no afectará a su calidad. La calidad de EMA es muy importante y si activa con mala calidad, no trabaja ni actúa bacterianos en el sitio. Por lo que es mejor consulte a un distribuidor autorizado antes de activación y revise después de activación sobre su calidad cada activación. (INFOAGRO, 2011)

## **2.7. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.7.1. Ají habanero**

Los ajíes y pimientos peruanos tienen cada vez mayor demanda en los mercados internacionales. El 2015 la exportación de estos productos alcanzó US\$ 271,8 millones, que señala un crecimiento de 19% respecto al año anterior. Asimismo, en los dos primeros meses del 2016 los envíos sumaron US\$ 36,6 millones (Adex, 2015).

El chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor en el mundo, su contenido de capsaicina es entre las 200,000 a 500,000 unidades “Scoville” (Bosland, 1996; Long-Solís, 1998). Esa cantidad de capsaicina ha sido determinante en el incremento de la demanda de esta especie de chile en el mercado nacional e internacional. La capsaicina tiene amplia utilización en la medicina, cosméticos, pinturas, gases lacrimógenos y salsas (Salazar et al., 2004).

### **2.7.2. EM de aplicación foliar**

Las pulverizaciones del cultivo con EM activado previenen el ataque de varios patógenos, y a medida que no se usen plaguicidas químicos en el cultivo se favorece el desarrollo de hongos entomopatógenos (hongos que atacan a los insectos) y otros agentes de control biológico, disminuyendo por lo tanto las plagas.

### **2.7.3. Microorganismos eficaces**

Piedrabuena (2003), indica que los Microorganismos Eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en tierra (suelo). A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus.

Hurtado (2001), expresa que el EM viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes.

### **2.7.4. EM de aplicación suelo**

Silva (2009), expresa que los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se enmarcan en:

1. Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye

la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

2. Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.
3. Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

#### **2.7.5. Materia orgánica del suelo**

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Los estiércoles mejoran propiedades biológicas y químicas de los suelos (SEPAR, 2004).

#### **2.7.6. Activación de los EM**

Mezclar 500 ml de EM con 500 ml de melaza de caña de azúcar y 9 litros con agua templada de una buena calidad. Dejar fermentar de siete a diez días con una temperatura de entre 25°C y 37°C con el bidón cerrado. A partir del tercer día, dejar escapar un poco de aire una vez al día. El EM estará listo cuando ya no se produzca más presión. El proceso de fermentación debería tener lugar, a ser posible, en la oscuridad. Éste producto se puede utilizar de forma óptima durante 14 días; después, pierde en eficacia. Por ello, se debería calcular antes la cantidad exacta (Peter, 2002).

## **2.8. HIPÓTESIS**

### **2.8.1. Hipótesis Nula**

La aplicación de microorganismos eficaces (EM) no determina el rendimiento en el cultivo de “ají habanero” bajo condiciones de un suelo arenoso con materia orgánica, debido a que estos microorganismos no degradan la materia orgánica y de esta manera no mejoran las condiciones de fertilidad del suelo y no facilitan el aprovechamiento de los nutrientes por la planta en estudio sector Cieneguillo Sur-Sullana.

### **2.8.2. Hipótesis Alternativa**

La aplicación de microorganismos eficaces (EM) determinan el rendimiento en el cultivo de “ají habanero” bajo condiciones de un suelo arenoso con materia orgánica, debido a que estos microorganismos degradan la materia orgánica y de esta manera mejoran las condiciones de fertilidad del suelo y facilitan el aprovechamiento de los nutrientes por la planta en estudio sector Cieneguillo Sur-Sullana.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.5. Enfoque y diseño

La investigación tiene un enfoque cuantitativo y un diseño experimental

#### 3.6. Sujetos de la investigación

**3.6.1. Universo:** El cultivo de “ají habanero”

**3.6.2. Población:** Plantación de “ají habanero” en campo experimental

**3.6.3. Muestra:** plantas de “ají habanero” en las unidades experimentales (parcelas)

#### 3.7. Métodos y procedimientos

##### 3.7.1. Análisis de suelo

Previo a la instalación del experimento se efectuó el muestreo del suelo a una profundidad de hasta 30cm., con la finalidad de obtener 4 submuestras, las que se homogenizaron y posteriormente por la técnica del cuarteo se obtuvo una muestra de 1 kg., en la que se efectuó el análisis físico químico del suelo. En la muestra se realizaron las determinaciones que se indican en la tabla siguiente:

**Tabla 2. Determinaciones y métodos del análisis del suelo.**

DETERMINACIÓN	UNIDAD	MÉTODO
Textura	%	Bouyoucos
pH (1: 2.5)		Potenciométrico
Materia orgánica	%	Walkley y Black
Nitrógeno total	%	Estimado a partir de la materia orgánica
Calcáreo ( $\text{CaCO}_3$ )	%	Volumétrico
Fósforo disponible	ppm P	Olsen
Potasio asimilable	ppm K	Espectrofotometría
Conductividad eléctrica	ds/m a 25°C	Radiométrico
C.I.C.	Cmol (+)/kg de suelo	Sumatoria de bases cambiables
Bases cambiables:	Cmol(+)/kg de suelo	Complejométrico
- $\text{Ca}^{++}$ y $\text{Mg}^{++}$	Cmol(+)/kg de suelo	Complejométrico
- $\text{Na}^+$ y $\text{K}^+$		



**Figura 3. Obtención de muestra de suelo**



**Figura 4. Obtención de muestra de suelo**

### **3.7.2. Análisis microbiológico del suelo:**

Se realizó un análisis para determinar la carga bacteriana del suelo antes de la aplicación de los tratamientos y otro al final del experimento, con el fin de observar y comparar la efectividad de los productos en el incremento de la carga bacteriana. Asimismo, se realizó un análisis de nematodos al inicio y al final de los tratamientos.

### **3.7.3. Metodología**

#### **a. Conducción del experimento**

- **Limpieza del campo:** Consistió en la eliminación de malezas y rastrojos existentes en el área.
- **Gradeo:** Se ejecutó en terreno seco con el fin de mover y mullir el suelo.
- **Surcado:** Los surcos se trazaron con surcador de tracción animal a un distanciamiento de 1.40 m entre surcos.





**Figura 5. Preparación del terreno, gradeo**



**Figura 6. Surcado del terreno**

- ***Trazado del Campo Experimental:*** Se realizó de acuerdo al croquis del campo experimental utilizando wincha, estacas y yeso. En este momento se delimito cada unidad experimental.
- ***Aplicación de la materia orgánica:*** El estiércol descompuesto se aplicó solo en las unidades experimentales que corresponden a este tratamiento, y se aplicó a la dosis de  $1 \text{ Kg/m}^2$ , localizados solo en la zona de desarrollo radicular de la planta. Se utilizó estiércol de ganado caprino que previo a su aplicación se ha sometido a un proceso de descomposición durante 60 días.



**Figura 7. Preparación del compost**



**Figura 8. Aplicación del compost**

- **Activación de los EM:** los EM suelo y EM foliar son productos comerciales de elaboración industrial y que se venden en los agrocentros comerciales de Piura en frascos de un litro. En el producto comercial los EM están concentrado como formas de conservación, en esta condición son inactivos. Para activarlos, en ambos casos, se procedió de la siguiente manera: en un bidón plástico limpio se vierten 18 L de agua, luego se agrega 1 L de melaza de caña y finalmente se agrega 1L de EM comercial, luego se mezclaron los productos y se cerró herméticamente el bidón. Finalmente se almaceno en un lugar cerrado y bajo sombra por 7 días, que es el tiempo de activación recomendado.



**Figura 9. Presentación comercial de los EM suelo y EM planta antes de su activación.**



**Figura 10. Presentación de EM activado.**



**Figura 11. Activación de EM**



**Figura 12. Activación de EM**



- **Aplicación de EM:** Los EM activados suelo y foliar se aplicaron en dos opciones de aplicación. La primera opción fue de 3 aplicaciones con una frecuencia de 15 días y la segunda opción fue de 6 aplicaciones con una frecuencia de 15 días. En todos los tratamientos se aplicó una dosis de 50ml de EM activado por litro de agua.
- La aplicación de los tratamientos de EM se realizó con una pulverizadora manual de 15 L. Para determinar la cantidad de solución aplicada por parcela experimental se realizó una prueba en blanco, previo a la aplicación.



**Figura 13. Aplicación de EM suelo**



**Figura 14. Aplicación de EM foliar**



**Agosto 2017**

- La prueba en blanco consistió en la aplicación de 10 litros de agua, sin producto, utilizando una mochila de 15 litros de capacidad, sobre el total de plantas, para determinar el gasto de líquido por planta y por parcela experimental. La aplicación se realizó de manera uniforme sobre toda la planta, tratando de mantener un rociado parejo y uniforme. El mismo operario que hizo la prueba en blanco fue el que ejecutó la aplicación de todos los tratamientos.
- **Siembra:** El trasplante a campo definitivo se ejecutó en suelo húmedo regado por gravedad utilizando plantines germinados en bandejas, cuando éstos tenían entre 3 y 4 hojas. El distanciamiento entre surcos fue de 1.40m y entre plantas de 0.50m, dejando un plantín por golpe.



**Figura 15. Plantines listos para el trasplante.**



**Figura 16. Plantin listo para el trasplante.**



**Figura 17. Operación de trasplante a campo definitivo.**





**Figura 18. Operación de trasplante a campo definitivo.**



- **Riegos:** El riego del campo experimental se aplicó en surcos cada 8 días. Con el fin de evitar posibles intercambios de agua y microorganismos de una unidad experimental a otra, se aisló el riego de cada tratamiento.



	
<b>Figura 19. Aplicación del riego</b>	<b>Figura 20. Aplicación de EM</b>

- ***Control de malezas:*** Esta labor se realizó mediante deshierbos manuales y cultivos con equipo de tracción animal con el fin de mantener el campo limpio de malezas.
- ***Control fitosanitario:***

	
<b>Figura 21. <i>Acaro hialino</i></b>	<b>Figura 22. <i>Fusarium</i></b>

	
<p><b>Figura 23.</b> Muerte de planta por ataque de <i>fusarium</i></p>	<p><b>Figura 24.</b> <i>Phytophthora</i></p>

- **Fertilización:** La aplicación de fertilizantes (N, P, K,) se realizó de acuerdo a un plan de fertilización que consideró la demanda del cultivo y el análisis del suelo.
- Las observaciones experimentales se efectuaron de acuerdo a las especificaciones que se verán más adelante.

#### 3.7.4. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (BCA), dispuestos en arreglo factorial 2x2x2 más un testigo sin aplicación de EM, se utilizaron tres repeticiones y cada unidad experimental estuvo conformado por 4 surcos de los cuales se cosecharon los dos centrales.

**Tabla 3. Modelo del Análisis de Varianza.**

<b>FV</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Sign.</b>
<b>Bloques</b>	2				
<b>Condición de materia orgánica del suelo (MO)</b>	1				
<b>Fuente de EM (EM)</b>	1				
<b>Opción de aplicación de EM (O)</b>	1				
<b>Interacción MOxEM</b>	1				
<b>Interacción MOxO</b>	1				
<b>Interacción EMxO</b>	1				
<b>Interacción MOxEMxO</b>	1				
<b>Comparación Trat. Vs Test</b>	1				
<b>Error Experimental</b>	16				
<b>Total</b>	26				

### 3.7.5. Factores en estudio

Se estudiaron tres factores que son: condición de materia orgánica del suelo, fuente de EM y opción de aplicación de EM.

**Tabla 4. Factores y Niveles en estudio.**

<b>Factores</b>	<b>Nivel</b>	<b>Clave</b>
<b>1. Condición de materia orgánica del suelo</b>	Con materia orgánica	MO1
	Sin materia orgánica	MO2
<b>2. Fuente de EM</b>	EM Suelo	EM1
	EM Foliar	EM2
<b>3. Opción de aplicación de EM</b>	Tres aplicaciones EM	O1
	Seis aplicaciones EM	O2

### 3.3.6. Tratamientos

Estuvieron constituidos por las combinaciones de dos condiciones de materia orgánica del suelo por dos fuentes de EM por dos opciones de aplicación, lo cual constituyo 8 tratamientos, que se compararon con un testigo, correspondiente a una parcela sin aplicación de EM y sin materia orgánica. Los tratamientos son los siguientes:

**Tabla 5. Tratamientos en estudio**

Nº	TRATAMIENTOS	CLAVE
1	Con materia orgánica x EM suelo x tres aplicaciones EM	MO1, EM1.O1
2	Con materia orgánica x EM suelo x seis aplicaciones EM	MO1, EM1.O2
3	Con materia orgánica x EM foliar x tres aplicaciones EM	MO1, EM2.O1
4	Con materia orgánica x EM foliar x seis aplicaciones EM	MO1, EM2.O2
5	Sin materia orgánica x EM suelo x tres aplicaciones EM	MO2, EM1.O1
6	Sin materia orgánica x EM suelo x seis aplicaciones EM	MO2, EM1.O2
7	Sin materia orgánica x EM foliar x tres aplicaciones EM	MO2, EM2.O1
8	Sin materia orgánica x EM foliar x seis aplicaciones EM	MO2, EM2.O2
9	Testigo sin aplicación de EM	T <sub>0</sub>

La dosis de aplicación de EM suelo y EM foliar fue de 50ml por litro de agua.

### 3.7.6. Características del campo experimental

#### a. Parcelas

- Largo : 5.60 m
- Ancho : 5.00 m.
- Área : 28.00 m<sup>2</sup>
- N° de surcos : 4
- Surcos cosechables : 2

#### b. Bloque

- Largo : 50.40 m.
- Ancho : 5.00 m.
- Área : 252.00 m<sup>2</sup>



**c. Campo experimental**

- Largo	:	50.40 m.
- Ancho	:	17.00 m.
- Área total	:	856.80 m <sup>2</sup>

**3.7.7. Observaciones experimentales:**

- **Rendimiento de fruta:** El rendimiento de fruta se expresa en Kg.parcela<sup>-1</sup> y en Kg.Ha<sup>-1</sup>. En base a los frutos cosechados en los dos surcos centrales. La evaluación se realizó en forma progresiva hasta la cosecha total, cuando estos presentaron un color rojo intenso en todo el fruto. En total se realizaron 7 recojos con un intervalo de 10 días.
- **Número de frutos cosechados por planta:** Se contabilizó el número de frutos cosechados en una muestra de 10 plantas por unidad experimental.
- **Peso de frutos:** Los frutos se cosecharon en su madurez comercial, cuando estos presentaron un color rojo intenso en todo el fruto.
- **Longitud del fruto:** Se midió la longitud entre la inserción del pedúnculo en el fruto y el ápice terminal.
- **Altura de planta:** Se determinó la altura de planta antes del inicio de la cosecha
- **Microorganismos del suelo:** se determinó las poblaciones de colonias de bacterias y hongos aislados en 10 g de suelo por el método de diluciones en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) para determinación de hongos y agar nutritivo (AN) para determinación de bacterias. Esta determinación se realizó en dos momentos, la primera antes de la aplicación de los tratamientos y la segunda al inicio de la cosecha. Estos análisis se realizaron en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNP.
- **Población de nematodos:** en suelo se determinó el número de larvas por 100 g de suelo por el método del embudo de Baerman modificado y en raíces se determinó número de huevos y número de individuos juveniles (J2) por g de raíz

por el método de extracción de huevos y juveniles de *Meloidogyne* con hipoclorito de sodio. Esta determinación se realizó al inicio de la cosecha. Estos análisis se realizaron en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNP.

### **3.8. Instrumentos y materiales**

- Plantines de “ají habanero” de 30 días de edad.
- Productos comerciales de microorganismos eficaces: EM suelo 1L y EM foliar 1L. Distribuye BIOEM.
- Estiércol descompuesto
- Plumón marcador
- Mochila pulverizadora manual de 15 litros de capacidad.
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Jabas plásticas de 20 Kg de capacidad
- Cilindros plásticos de 200 litros
- Nitrato de Amonio
- Fosfato di amónico
- Sulfato de Potasio
- Quelatos This Micromix

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. CONDICIONES DEL SUELO

En la Tabla 6 se muestran los resultados del análisis físico químico del suelo del campo experimental, se puede observar que se trata de un suelo de textura arenosa. Presenta todas las características de un suelo de baja fertilidad lo cual se refleja por su bajo nivel de intercambio catiónico (4.65 meq/100g), muy bajo nivel de materia orgánica y nitrógeno total (0.18% y 0.01%), bajo nivel de fosforo (8ppm) y bajo en potasio asimilable (128ppm). Sin embargo, el suelo presenta como características positivas el bajo nivel de sales (0.80dS/m), bajo nivel de calcáreo (0.77% de  $\text{CaCO}_2$ ).

La característica de ser un suelo de textura arena franca lo predispone para la presencia de nematodos en niveles peligrosos para la planta.

La limitación de baja fertilidad se puede superar fácilmente con un buen programa de fertilización e incorporación de materia orgánica.

**Tabla 6. Resultados del análisis físico químico del suelo**

DETERMINACIONES	RESULTADOS	INTERPRETACIÓN
Cond. Eléctrica dS/m	0.80	Bajo de salinidad
pH (1.2:2.5)	7.66	Ligeramente alcalino
Calcáreo (% $\text{CaCO}_2$ )	0.77	Bajo
Materia Orgánica (%)	0.18	Muy Bajo
N Total (%N)	0.01	Muy bajo
P disponible (ppm )	8	Bajo
K asimilable (ppm)	128	Bajo
Clase textural	Arena franca	
% Arena	86	
% Limo	7	
% Arcilla	7	
C.I.C.	4.65	Bajo
$\text{Ca}^{++}$ meq/100 g.	3.10	
$\text{Mg}^{++}$ meq/100 g.	1.08	
$\text{K}^{+}$ meq/100 g.	0.30	
$\text{Na}^{+}$ meq/100 g.	0.17	

#### 4.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

En la tabla 7 se reporta la información de los parámetros climáticos determinados en la estación meteorológica Miraflores, por ser la más cercana al campo experimental (25Km) La segunda estación más cercana es Mollares, Sullana (35km). Se pueden observar temperaturas medias mensuales entre 21.7 °C al inicio y 25.3 °C al final del experimento. De igual manera hubo una fluctuación entre 17.5 y 20.2 °C para las temperaturas mínimas y 26.5 y 31.8 °C para las máximas. Estas condiciones de temperatura son favorables para el de ají que requiere de temperaturas cálidas. Temperaturas sobre 32° C en el día y 13° C durante la noche, afectan el cuaje de las flores. Las flores de chile abren normalmente por un período de 24 a 30 horas, por lo tanto, períodos cortos de condiciones adversas pueden influenciar en el cuaje de las flores. Por otro lado, los frutos son sensibles a los rayos directos del sol, por lo que se requiere que la planta tenga buena cobertura de hojas. La temperatura gobierna el ritmo de desarrollo del cultivo y la calidad del fruto. (PROAJI 2010)

Después que los frutos alcanzan el estado verde maduro, el color rojo desarrolla mejor cuando la temperatura se mantiene entre los 15 a 21° C, indistintamente que el fruto se encuentre adherido a la planta o en el almacén.

La humedad relativa durante toda la fase experimental se mantuvo en niveles relativamente bajos, fluctuando entre 67.0 y 78.0 %. Así mismo la ausencia de precipitaciones durante esta época son favorables para el crecimiento y desarrollo del ají.

La intensidad de luz no tiene efecto directo en la coloración, aunque sí tiene un efecto indirecto sobre la temperatura del fruto produciendo escaldaduras. A temperaturas sobre los 35° C, son pocos los frutos que logran cuajar, especialmente si el aire es seco y prevalece un fuerte viento. El ají es más tolerantes a temperaturas elevadas que el pimiento dulce. (PROAJI 2010)

**Tabla 7. Datos meteorológicas mensuales durante la fase experimental (año 2017). Estación meteorológica de Miraflores.**

MES	T° MEDIA °C	T° MAXIMA °C	T° MIN. °C	HUM. RELAT %	EVAPOR. mm/DIA	PRECIP. mm/MES	HOR. DE SOL Hra.
Julio	22.1	26.5	18.8	78	2.6		4.9
Agosto	21.7	26.9	17.8	74	2.9	0.00	7.3
Septiembre	22.1	28.3	17.5	72	3.3	0.00	7.4
Octubre	22.4	29.0	17.6	71	3.6	0.00	5.3
Noviembre	22.5	29.0	17.7	70	3.7	0.00	7.2
Diciembre	25.3	31.8	20.2	67	4.2	0.00	7.6

### 4.3. RENDIMIENTO

#### 4.3.1. Análisis de varianza para rendimiento de fruta

El análisis de varianza, tabla 8, para rendimiento de fruta, detectó diferencias significativas para: efecto principal fuente de microorganismos eficientes (EM), interacción condición de materia orgánica (MO) por fuente de EM (EM), e interacción MO por número de aplicaciones (N). También encontró diferencias altamente significativas para la interacción MO por EM por N y para la comparación promedio de tratamientos por el testigo. No se encontró diferencias estadísticas para los factores principales MO y N y para la interacción EM por N. El coeficiente de variabilidad fue de 17,09%.

**Tabla 8. Análisis de varianza para rendimiento de fruta**

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
BLOQUES	2	36 491 052,99	18 245 526,50	3,731	
CONDICION DE MO (MO)	1	2 088 882,13	2 088 882,13	0,427	NO
FUENTE EM (EM)	1	35 775 658,98	35 775 658,98	7,316	*
N° DE APLICACIONES	1	186 959,90	186 959,90	0,038	NO
INTERACCION MOxEM	1	29 676 345,88	29 676 345,88	6,068	*
INTERACCION MOxN	1	10 971 723,11	10 971 723,11	2,244	*
INTERACCION EMxN	1	1 766 477,53	1 766 477,53	0,361	NO
INTERACCION MOxEMxN	1	47 840 344,08	47 840 344,08	9,783	**
TRATAMIENTO Vs T°	1	67 392 065,43	67 392 065,43	13,781	**
ERROR	16	78 244 655,78	4 890 290,99		
TOTAL	26	310 434 165,79			

CV: 17.09

**Tabla 9. Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para efecto principal e interacción de las diferentes fuentes de variabilidad para rendimiento de fruta. (Kg.ha<sup>-1</sup>)**

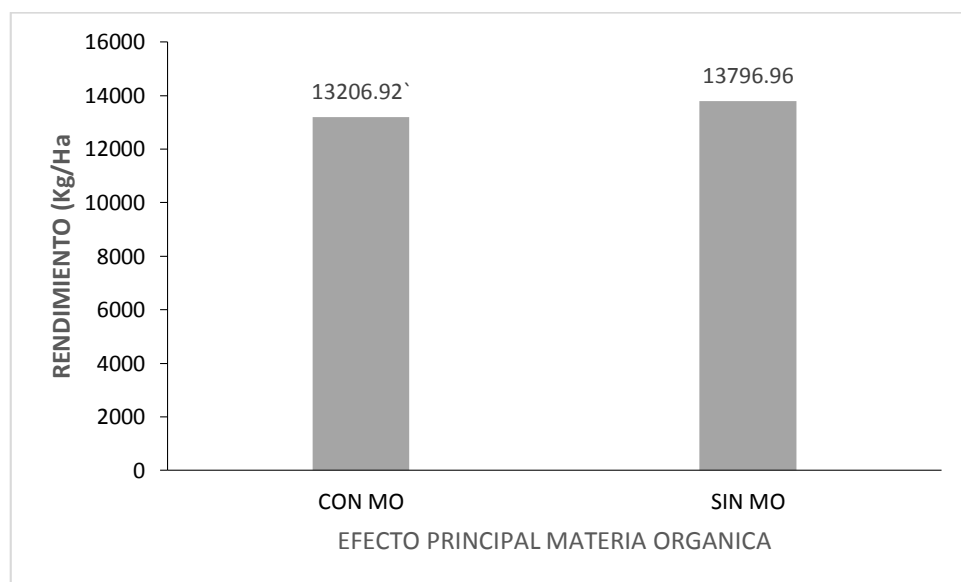
FACTOR	RENDIMIENTO (Kg.ha <sup>-1</sup> )	SIGNIFICAC. p=0.05
<b>EFFECTO MATERIA ORGANICA (MO)</b>		
Con MO	13 206,92	<b>A</b>
Sin MO	13 796,96	<b>A</b>
<b>EFFECTO FUENTE EM (EM)</b>		
EM Suelo	14 722,86	<b>A</b>
EM Foliar	12 281,02	<b>B</b>
<b>EFFECTO NUMERO DE APLICACIONES</b>		
3 aplicaciones	13 590,20	<b>A</b>
6 aplicaciones	13 413,68	<b>A</b>
<b>INTERACCION MATERIA ORGANICA x FUENTE EM</b>		
Con MO x EMS	13 315,86	<b>B</b>
Con MO x EMF	13 097,98	<b>B</b>
Sin MO x EMS	16 129,87	<b>A</b>
Sin MO x EMF	11 464,05	<b>B</b>
<b>INTERACCION MATERIA ORGANICA x NUMERO DE APLICACIONES</b>		
Con MO x 3 Aplicaciones	12 619,05	<b>A</b>
Con MO x 6 Aplicaciones	13 794,79	<b>A</b>
Sin MO x 3 Aplicaciones	14 561,35	<b>A</b>
Sin MO x 6 Aplicaciones	13 032,57	<b>A</b>
<b>INTERACCION FUENTE EM x NUMERO DE APLICACIONES</b>		
EMS x 3 Aplicaciones	15 082,42	<b>A</b>
EMS x 6 Aplicaciones	14 363,30	<b>a b</b>
EMF x 3 Aplicaciones	12 097,97	<b>B</b>
EMF x 6 Aplicaciones	12 464,05	<b>a b</b>
<b>INTERACCION MAT. ORG. x FUENTE EM x NUMERO DE APLICACIONES</b>		
Con MO x EMS x 3 aplicaciones	12 523,81	<b>B</b>
Con MO x EMS x 6 aplicaciones	14 107,90	<b>a b</b>
Con MO x EMF x 3 aplicaciones	12 714,29	<b>B</b>
Con MO x EMF x 6 aplicaciones	13 481,68	<b>B</b>
Sin MO x EMS x 3 aplicaciones	17 641,03	<b>A</b>
Sin MO x EMS x 6 aplicaciones	14 618,70	<b>a b</b>
Sin MO x EMF x 3 aplicaciones	11 481,67	<b>B</b>
Sin MO x EMF x 6 aplicaciones	11 446,43	<b>B</b>
<b>COMPARACION PROMEDIO DE TRATAMIENTOS Vs TESTIGO</b>		
Tratamientos	13 501,94	<b>A</b>
Testigo	8 474,81	<b>B</b>

**NOTA:** los promedios de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

#### 4.3.2. Efecto principal materia orgánica sobre el rendimiento de fruta

La prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad, tabla 9, no detectó diferencias estadísticas para el efecto principal materia orgánica sobre el rendimiento de fruta del ají habanero, lo cual es consistente con el ANVA. La aplicación de materia orgánica con 13 206,92 Kg.Ha<sup>-1</sup> de rendimiento de fruta es estadísticamente igual a la ausencia de aplicación de materia orgánica con 13 796,96 Kg.Ha<sup>-1</sup>. Es decir, la materia orgánica en el suelo no produce ningún efecto sobre el rendimiento del “ají habanero”.

Es posible que la falta de significación entre los rendimientos con y sin materia orgánica esté relacionada con la cantidad de materia orgánica aplicada al suelo, que fue en promedio de 10 000 Kg.Ha<sup>-1</sup>, que podría ser muy poco para un suelo de textura arena franca, con apenas 0,18% de materia orgánica en su composición natural. También es posible que la materia orgánica aplicada al suelo haya sido totalmente consumida por los EM por lo que no ejerce un efecto significativo sobre el rendimiento o que los EM se puedan distraer en el consumo de la materia orgánica y no haya habido el tiempo suficiente para que actúen sobre la planta.

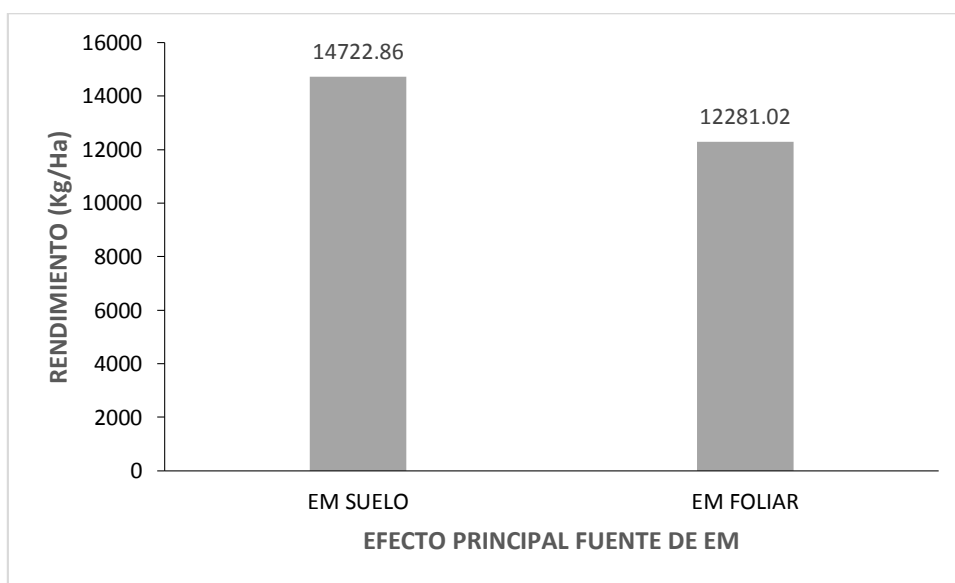


**Figura 25. Efecto principal materia orgánica**

#### 4.3.3. Efecto principal fuente de EM sobre el rendimiento de fruta

En la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para efecto principal fuente de EM, tabla 9, se observa que los EM de aplicación suelo con 14 722,86 Kg.Ha<sup>-1</sup> es estadísticamente superior a los EM de aplicación foliar con 12 281,02 Kg.Ha<sup>-1</sup>, de rendimiento de fruta del “ají habanero”.

Es evidente que los EM de aplicación al suelo tienen un mayor efecto sobre el rendimiento que los EM de aplicación foliar. Los EM de aplicación suelo presentan un rendimiento 20% superior a los EM de aplicación foliar. Si consideramos que ambas formulaciones presentan los mismos microorganismos, que son: 1) *Lactobacillus*, similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos. 2) Levaduras, como las que se emplean para elaborar el pan, la cerveza o los vinos. 3) Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas, habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2009), podríamos conjeturar que en el caso de los EM cuando se aplican al suelo, éstos encuentran mejores condiciones de sustrato para adaptarse, reproducirse y ejercer una acción más directa sobre el suelo y sobre las raíces de la planta, para una mejor disponibilidad y absorción de nutrientes y de algunos principios biológicos que favorecen el crecimiento y desarrollo de la planta. En cambio en los EM de aplicación foliar, los microorganismos benéficos ejercen su efecto sobre las hojas, principalmente las bacterias fototróficas, mejorando las condiciones que permiten optimizar la fotosíntesis y la acumulación de materia seca en los tejidos de la planta; sin embargo es posible que su efecto tenga una menor duración en las hojas que en el suelo.



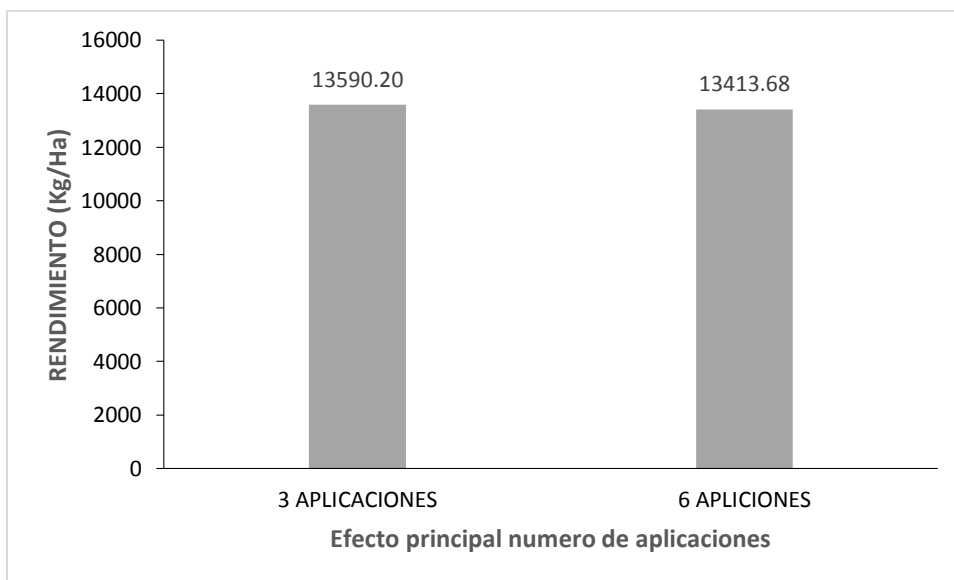
**Figura 26. Efecto principal fuente de EM**



#### 4.3.4. Efecto principal número de aplicaciones sobre el rendimiento de fruta

La prueba de Duncan, tabla 9, no detectó diferencias estadísticas entre números de aplicación. 3 aplicaciones con 13 590,20 Kg.Ha<sup>-1</sup> y 6 aplicaciones con 13 413,68 Kg.Ha<sup>-1</sup>, de rendimiento de fruta, son estadísticamente iguales. El resultado se observa en la figura 26.

De acuerdo a estos resultados, se puede deducir que, el rendimiento de fruta del ají habanero no es influido por el número de aplicaciones de EM; por lo que el productor podría aplicar los EM con menor número de aplicaciones, lo que significa un ahorro en el costo. Es posible que las bacterias que forman parte de los EM de aplicación foliar, se conserven y se reproduzcan en el suelo después de su aplicación para continuar ejerciendo sus beneficios al suelo y a la planta. Esta capacidad de persistencia de los EM explicaría la falta de significación en estos resultados.



**Figura 27. Efecto principal número de aplicaciones**

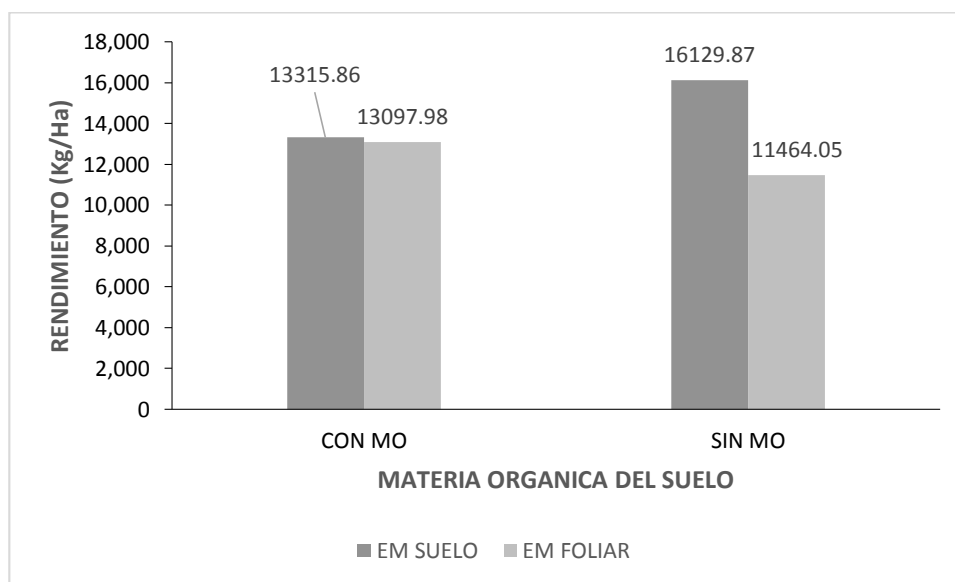
#### 4.3.5. Interacción materia orgánica por fuente de EM sobre el rendimiento de fruta

La prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad, tabla 9, detectó diferencias significativas en la interacción materia orgánica por fuente de EM sobre el rendimiento de fruta del “ají habanero”. La combinación sin materia orgánica por EM de aplicación al suelo, es el tratamiento de mayor rendimiento con 16 129,87

Kg.Ha<sup>-1</sup>, y supera estadísticamente a las combinaciones con materia orgánica por EM suelo, con materia orgánica por EM foliar y sin materia orgánica por EM foliar con rendimientos que fluctúan entre 11 464,05 y 13 315,86 Kg.Ha<sup>-1</sup>.

El mayor rendimiento del tratamiento sin materia orgánica con aplicación de EM suelo, podría en parte explicarse desde un punto de vista de nutrición de los EM, que, en el caso de materia orgánica en el suelo, los microorganismos distraen su actuación en consumir la materia orgánica presente en el suelo, en cambio cuando no existe materia orgánica, éstos se muestran más activos en el sustrato (suelo y micorrizas), mejorando las condiciones de fertilidad del suelo y de absorción de nutrientes. Las funciones básicas del EM son dos: a) Exclusión competitiva de microorganismos patógenos, mediante la competencia por la materia orgánica que sirve de alimento y la producción de sustancias que controlan directamente las poblaciones de microorganismos patógenos. b) Producción de sustancias benéficas como vitaminas, enzimas, aminoácidos y antioxidantes, a través de un proceso de descomposición anaeróbica parcial.(Estacion Experimental Agropecuaria para la introduccion de tecnologías aplicadas de Japon, 2014)

El menor rendimiento del tratamiento sin materia orgánica con aplicación foliar, se podría deber al menor tiempo de actuación de los EM sobre el follaje.

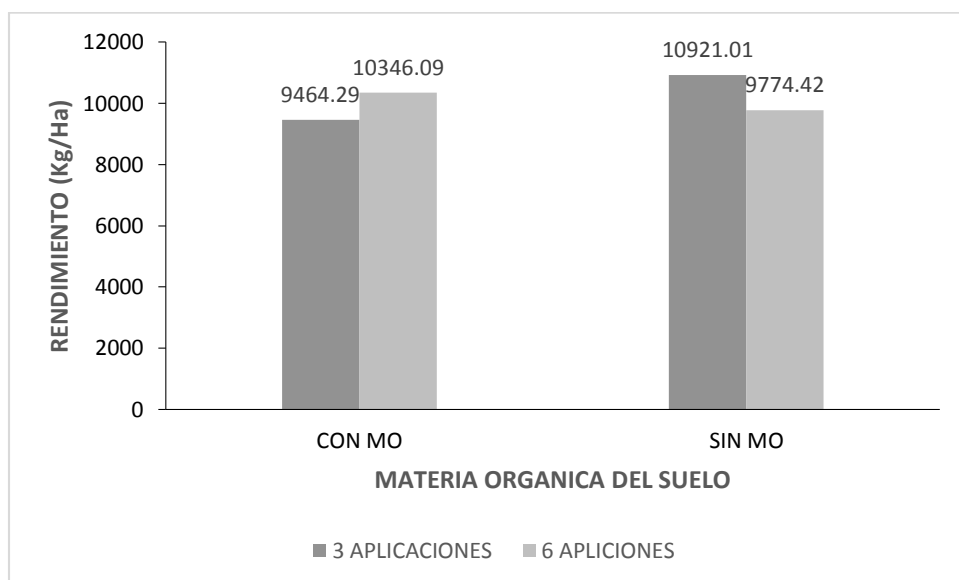


**Figura 28. Interacción MO x EM sobre el rendimiento de fruta por Ha**

#### 4.3.6. Interacción materia orgánica por número de aplicaciones de EM sobre el rendimiento de fruta

La prueba de Duncan no detectó diferencias significativas en la interacción materia orgánica por número de aplicaciones de EM sobre el rendimiento de fruta del “ají habanero”. El rendimiento osciló entre 9 774,42 Kg.Ha<sup>-1</sup> para la combinación sin materia orgánica por 6 aplicaciones y 10 921.01 Kg.Ha<sup>-1</sup> para la combinación sin materia orgánica por 3 aplicaciones. Se puede decir que la materia orgánica no influye sobre el número de aplicaciones en su efecto sobre el rendimiento de fruta. Así mismo, el número de aplicaciones tampoco influye sobre la materia orgánica en el rendimiento.

La ausencia de interacción en este análisis se podría explicar si consideramos que en los análisis, independientes, de los factores principales materia orgánica y número de aplicaciones no se observó efecto significativo sobre el rendimiento.

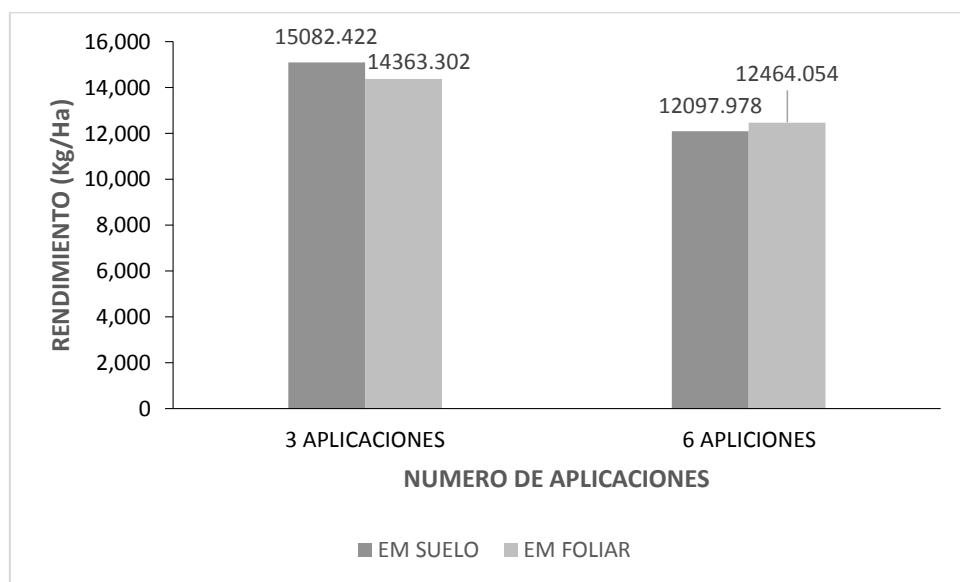


**Figura 29. Interacción MO x N sobre el rendimiento de fruta por Ha**

#### 4.3.7. Interacción fuente de EM por número de aplicaciones sobre el rendimiento de fruta del ají habanero

La prueba de Duncan encontró que la combinación EM suelo por 3 aplicaciones con 15 082,42 Kg.Ha<sup>-1</sup> de rendimiento de fruta, solo supera a la combinación EM foliar con 3 aplicaciones que presenta un rendimiento de 12 097,98 Kg.Ha<sup>-1</sup>. Las demás combinaciones son estadísticamente iguales.

En este resultado se confirma la superioridad del tratamiento EM de aplicación suelo, sobre el tratamiento EM de aplicación foliar. La explicación de estos resultados se explican por el mayor efecto del tratamiento EM suelo, demostrado en el análisis como factor principal.



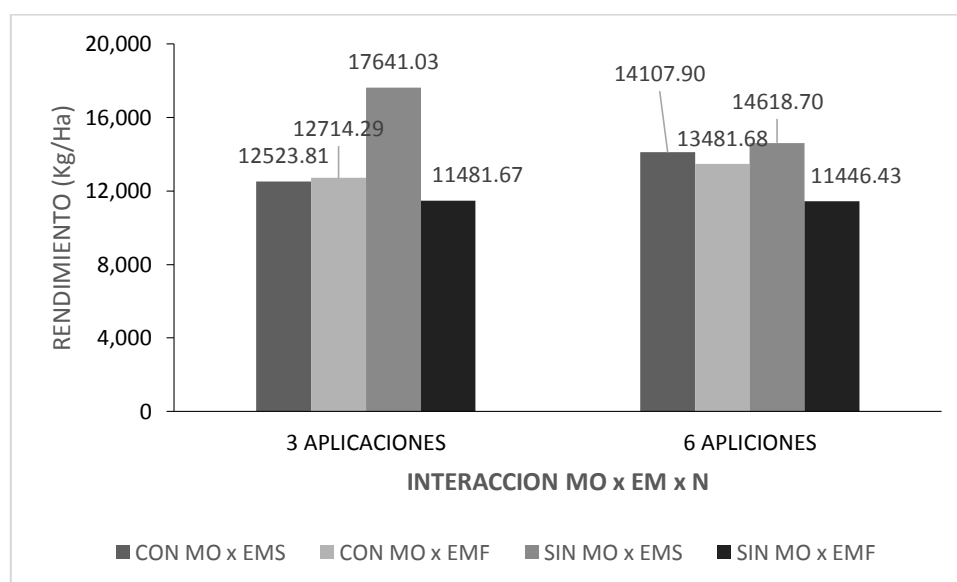
**Figura 30. Interacción Fuente de EM x N sobre el rendimiento de fruta por Ha**

#### 4.3.8. Interacción materia orgánica por fuente de EM por número de aplicaciones sobre el rendimiento de fruta (MO x EM x N)

En la prueba de Duncan al 0,05, tabla 9, y en la figura 31, se puede observar que la combinación sin materia orgánica por EM suelo por 3 aplicaciones con 17 641,03 Kg.Ha<sup>-1</sup> de rendimiento de fruta, es estadísticamente igual a las combinaciones con materia orgánica por EM suelo por 6 aplicaciones (14 107,90

Kg.Ha<sup>-1</sup>), sin materia orgánica por EM suelo por 6 aplicaciones (14 618,70 Kg.Ha<sup>-1</sup>) y supera a las demás combinaciones que fluctúan entre 11 446,43 y 13 481,68 Kg.Ha<sup>-1</sup>.

La combinación sin materia orgánica por EM de aplicación suelo por 3 aplicaciones, es el tratamiento con mayor efecto sobre el rendimiento de fruta del ají Habanero, junto con las combinaciones con materia orgánica por EM suelo por 6 aplicaciones y sin materia orgánica por EM suelo por 6 aplicaciones. Podemos deducir que, todas estas combinaciones tienen como factor común los EM de aplicación suelo, que es el resultado más sostenido, y de mayor efecto sobre el rendimiento. Asimismo, cuando los EM suelo se asocian al factor sin materia orgánica, se observa una mayor interacción que favorece el rendimiento de fruta del “ají Habanero”. Estos tratamientos podrían ser los más recomendados para el cultivo de ají habanero cultivado en suelos de textura arenosa.



**Figura 31. Interacción materia orgánica por fuente de EM por número de aplicaciones sobre el rendimiento de fruta (MO x EM x N)**

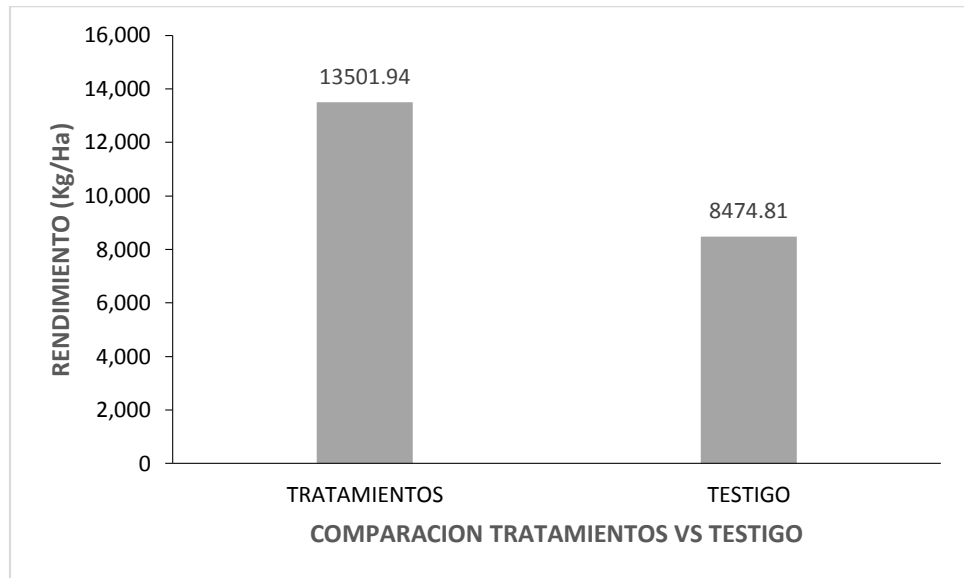
#### 4.3.9. Comparación promedio de tratamientos vs testigo sobre el rendimiento de fruta

La prueba de Duncan, tabla 9, para la comparación promedio de tratamientos vs testigo, determinó que el promedio de tratamientos con 13 501,94

Kg.Ha<sup>-1</sup>, es estadísticamente superior al testigo que presenta un rendimiento de 8 474,81 Kg.Ha<sup>-1</sup>.

El promedio de tratamientos mostro un rendimiento 59% superior al rendimiento del testigo, esta diferencia con nivel de significación de 95% en la prueba de Duncan y 99 % de significación en la prueba de F, nos permite concluir que existe un efecto importante de los EM de aplicación suelo y foliar sobre el rendimiento de fruta. Se debe recordar que el testigo es una parcela donde no se aplicó EM pero que estuvo sometida a las mismas condiciones de manejo del cultivo que las parcelas que si recibieron EM.

El Efecto de los EM de aplicación suelo y foliar sobre el rendimiento de fruta del ají Habanero encontrado en esta investigación, es coherentes con lo manifestado por EM Producción y Tecnología S,A, 2007, que indican que los principales efectos del EM en área agrícola son los siguientes: promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas. Mejora la capacidad fotosintética de las plantas. Ayuda a las plantas a desarrollar resistencia a plagas y enfermedades. Suprime algunos patógenos que habitan en el suelo. Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. Solubiliza nutrientes en el suelo. Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos. Las bacterias acido lácticas, que es un importante microorganismo en el EM, suprimen microbios patogénicos directa e indirectamente por la producción de actinomicetes. También se conoce que el efecto antioxidante del EM mejora el sistema inmunológico de plantas y animales.



**Figura 32. Comparación promedio de tratamientos vs testigo sobre el rendimiento de fruta**

#### **4.4. DIMENSIONES DE FRUTO**

##### **4.4.1. Análisis de varianza para peso, longitud y diámetro ecuatorial de fruto**

El análisis de varianza, tabla 10, para peso de fruto, solo detectó diferencias significativas para: efecto principal fuente de EM y la comparación promedio de tratamientos por el testigo. No se encontró diferencias estadísticas para las demás fuentes de variabilidad. El coeficiente de variabilidad fue de 8,65%.

En el caso de longitud y diámetro ecuatorial de fruto el análisis de varianza encontró un comportamiento parecido. Solo se observó diferencias estadísticas en el efecto principal fuente de EM, en el resto de fuentes de variabilidad no se detectó diferencias significativas. Los coeficientes de variabilidad fueron 10,17 y 10,58 %, respectivamente.

**Tabla 10. Análisis de varianza para peso, longitud y diámetro ecuatorial de fruto**

FV	GL	PESO DE FRUTO		LONGITUD DE FRUTO		DIAMETRO ECUATORIAL DE FRUTO	
		CM	SIGNIF.	CM	SIGNIF.	CM	SIGNIF.
BLOQUES	2	0.6911	NO	0.1369	NO	0.1443	NO
COND. MO (MO)	1	0.0975	NO	0.0327	NO	0.0475	NO
FUENTE EM (EM)	1	1.4652	*	0.9120	*	0.8026	*
OPC. APLIC (O)	1	0.1001	NO	0.0207	NO	0.0330	NO
INTERACCION MOxEM	1	0.0045	NO	0.0025	NO	0.0001	NO
INTERACCION MOxO	1	0.0392	NO	0.0071	NO	0.0154	NO
INTERACCION EMxO	1	0.3015	NO	0.1339	NO	0.1011	NO
INTERACCION MOxEMxO	1	0.3483	NO	0.1660	NO	0.1277	NO
TRATAMIENTO Vs Tº	1	5.3676	*	0.2727	NO	0.2563	NO
ERROR	16	0.5780		0.1695		0.1755	
TOTAL	26						
CV		8.65%		10.17%		10.58%	

#### 4.4.2. Efecto de los factores en estudio sobre el peso, longitud y diámetro de fruto

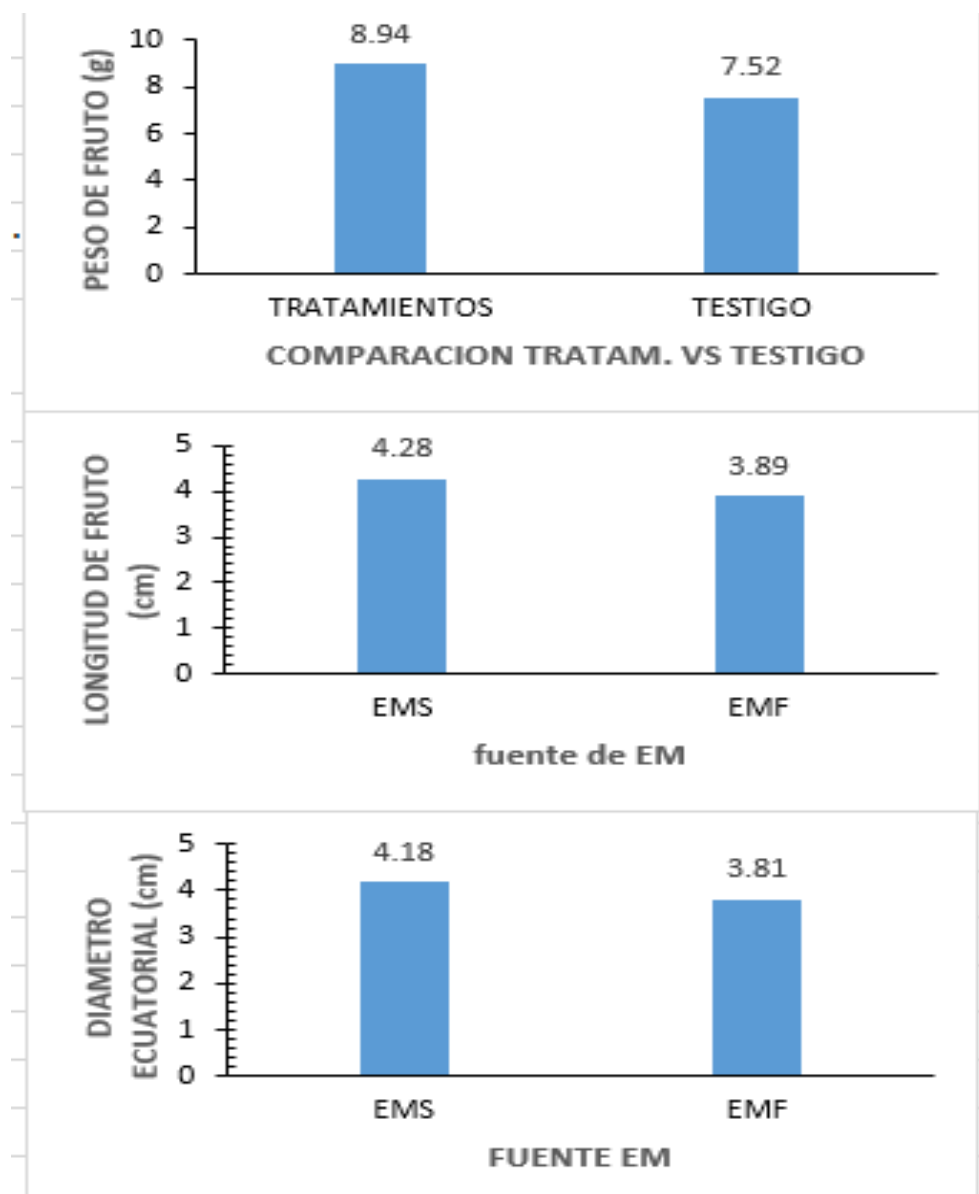
La prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad, tabla 11, solo detectó diferencias estadísticas en las observaciones longitud de fruto y diámetro ecuatorial de fruto para el efecto principal fuente de EM, donde EM suelo con 4,28cm de longitud de fruto y 4,18 cm de diámetro ecuatorial es estadísticamente superior a EM foliar con 3,89 y 3,81 cm, respectivamente. En el efecto principal fuente de EM, para la observación peso de fruto, no se detectó diferencias significativas. Asimismo, la prueba de Duncan encontró diferencias estadísticas para la comparación promedio de tratamientos vs el testigo, solo para peso de fruto y no encontró diferencias para longitud y para diámetro ecuatorial de fruto.

Asimismo, el promedio de tratamientos con 8,94g es estadísticamente mayor al testigo con 7,52g en el caso de peso de fruto, con lo cual queda evidenciado el mayor efecto de los tratamientos sobre el testigo sin aplicación de EM. La prueba de Duncan, al igual que el ANVA, no detectó diferencias significativas en el resto de factores principales, ni en ninguna de interacciones.

En general se puede decir, que no observa un efecto muy firme de los factores en estudio sobre las características del fruto peso, longitud y diámetro de fruto.



Donde se observa un efecto consistente y notorio es en promedio de tratamientos sobre el testigo.



**Figura 32. Comparación promedio de tratamientos vs testigo sobre las características de dimensiones del fruto donde se observan diferencias significativas**

**Tabla 11. Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para efecto principal e interacción de las diferentes fuentes de variabilidad para peso, longitud y diámetro ecuatorial del fruto**

FACTOR	PESO DE FRUTO		LONGITUD DE FRUTO		DIAMETRO ECUATORIAL DE FRUTO	
	PESO (g)	SIGNIFICACION p=0.05	LONGITUD (cm)	SIGNIFICACION p=0.05	DIAMETRO (cm)	SIGNIFICACION p=0.05
<b>EFFECTO MAT.ORG</b>						
CON MO	8.88	a	4.05	a	3.95	a
SIN MO	9.01	a	4.12	a	4.04	a
<b>EFFECTO FUENTE EM</b>						
EMS	9.19	a	4.28	a	4.18	a
EMF	8.70	a	3.89	b	3.81	b
<b>EFFECTO OPCION DE APLICACIÓN</b>						
3 APLIC.	8.88	a	4.05	a	3.96	a
6 APLIC	9.01	a	4.11	a	4.03	a
<b>INTERACCION MAT. ORG. X FUENTE EM</b>						
CON MO x EMS	9.11	a	4.25	a	4.13	a
CON MO x EMF	8.65	a	3.84	a	3.76	a
SIN MO x EMS	9.27	a	4.30	a	4.22	a
SIN MO x EMF	8.75	a	3.94	a	3.86	a
<b>INTERACCION MAT. ORG X OPCION DE APLICACIÓN</b>						
CON MO x 3 APLIC.	8.77	a	3.00	a	2.91	a
CON MO x 6 APLIC.	8.98	a	3.07	a	3.01	a
SIN MO x 3 APLIC.	8.98	a	3.08	a	3.02	a
SIN MO x 6 APLIC.	9.03	a	3.10	a	3.04	a
<b>INTERACCION FUENTE EM X OPCION DE APLICACIÓN</b>						
EMS x 3 APLIC.	9.237	a	4.323	a	4.204	a
EMS x 6 APLIC.	9.142	a	4.233	a	4.148	a
EMF x 3 APLIC.	8.518	a	3.784	a	3.708	a
EMF x 6 APLIC.	8.872	a	3.992	a	3.912	a
<b>INTERACCION MAT. ORG. X FUENTE EM x OPCION DE APLIC.</b>						
CON MO x EMSx3 APLIC	9.13	a	4.31	a	4.16	a
CON MOxEMSx6 APLIC	9.09	a	4.19	a	4.11	a
CON MOxEMFx3 APLIC	8.42	a	3.69	a	3.62	a
CON MOxEMFx6 APLIC	8.87	a	3.99	a	3.91	a
SIN MOxEMSx3 APLIC	9.34	a	4.34	a	4.25	a
SIN MOxEMSx6 APLIC	9.19	a	4.27	a	4.19	a
SIN MOxEMFx3 APLIC	8.62	a	3.88	a	3.80	a
SIN MOxEMFx6 APLIC	8.87	a	3.99	a	3.91	a
<b>COMPARACION PROMEDIO DE TRATAMIENTOS Vs TESTIGO</b>						
TRATAMIENTOS	8.94	a	4.08	a	3.99	a
TESTIGO	7.52	b	3.76	a	3.68	a

**NOTA:** los promedios de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

## 4.5. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

### 4.5.1. Análisis de varianza para número de frutos por planta

El análisis de varianza, tabla 12, para número de frutos por planta, detectó diferencias altamente significativas para: efecto principal fuente de microorganismos eficientes (EM), interacción condición de materia orgánica (MO) por fuente de EM (EM) y para la comparación tratamientos vs testigo. También encontró diferencias significativas para la interacción MO por EM y para la interacción MO x EM x O. No se encontró diferencias estadísticas para los factores principales MO, O, interacción MO x O y para la interacción EM por O. El coeficiente de variabilidad fue de 16,29%.

**Tabla 12. Análisis de varianza para número de frutos por planta**

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
BLOQUES	2	251,1919	125,5960	0,479	NO
COND. MO (MO)	1	30,5217	30,5217	0,116	NO
FUENTE EM (EM)	1	1 504,4484	1 504,4484	5,735	**
OPC. APLIC (O)	1	27,0325	27,0325	0,103	NO
INTERACCION MOxEM	1	733,3639	733,3639	2,796	*
INTERACCION MOxO	1	89,7159	89,7159	0,342	NO
INTERACCION EMxO	1	17,9938	17,9938	0,069	NO
INTERACCION MOxEMxO	1	928,5276	928,5276	3,540	*
TRATAMIENTO Vs Tº	1	2 480,9185	2480,9185	9,458	**
ERROR	16	4 197,0779	262,3174		
TOTAL	26	10 260,7922			

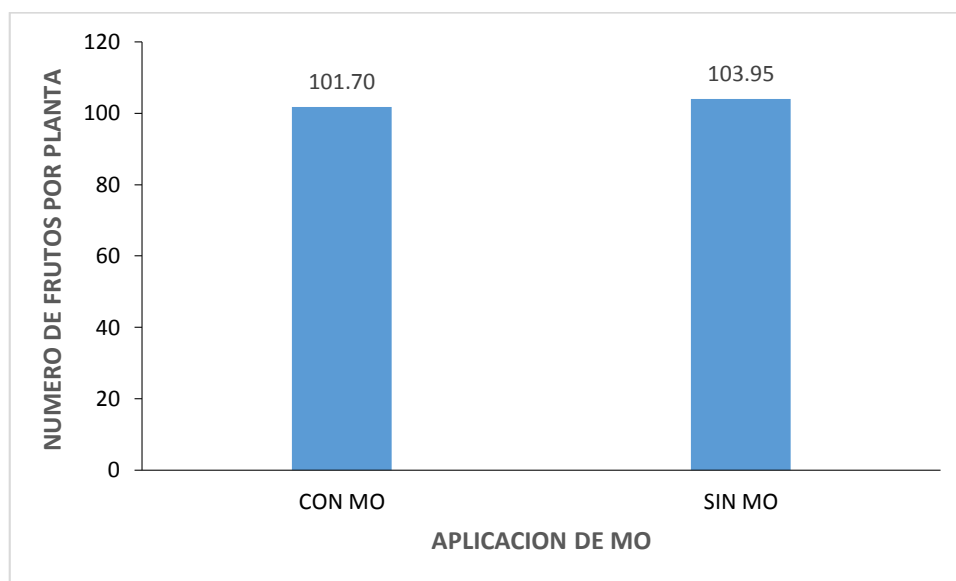
CV: 16,29%

### 4.5.2. Efecto principal materia orgánica sobre el número de frutos por planta

La prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad, tabla 13, no detectó diferencias estadísticas para el efecto principal materia orgánica sobre el número de frutos por planta de ají Habanero, lo cual es consistente con el ANVA. La aplicación de materia orgánica con 101,70 frutos por planta es estadísticamente igual a la ausencia de aplicación de materia orgánica con 103,95 frutos. Es decir la materia orgánica en el suelo no produce ningún efecto sobre el número de frutos por planta del ají habanero.

Es posible que la falta de significación entre el número de frutos con y sin materia orgánica esté relacionada con la cantidad de materia orgánica aplicada al suelo,

que fue en promedio de 10 000 Kg. Ha<sup>-1</sup>, lo que se puede considerar insuficiente para un suelo arenoso, como el presente caso.



**Figura 33. Efecto principal materia orgánica sobre el número de frutos por planta**

**Tabla 13. Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para efectos principales e interacción de las diferentes fuentes de variabilidad para número de frutos por planta**

<b>FACTOR</b>	<b>NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA</b>	<b>SIGNIFICACION p=0.05</b>
<b>EFFECTO MAT.ORG</b>		
CON MO	101.70	<b>A</b>
SIN MO	103.95	<b>A</b>
<b>EFFECTO FUENTE EM</b>		
EMS	110.74	<b>A</b>
EMF	94.91	<b>B</b>
<b>EFFECTO OPCION DE APLICACIÓN</b>		
3 APLIC.	103.88	<b>A</b>
6 APLIC	101.76	<b>A</b>
<b>INTERACCION MAT. ORG. X FUENTE EM</b>		
CON MO x EMS	104.09	<b>Ab</b>
CON MO x EMF	99.31	<b>Ab</b>
SIN MO x EMS	117.40	<b>A</b>
SIN MO x EMF	90.51	<b>B</b>
<b>INTERACCION MAT. ORG X OPCION DE APLICACIÓN</b>		
CON MO x 3 APLIC.	104.69	<b>A</b>
CON MO x 6 APLIC.	98.70	<b>A</b>
SIN MO x 3 APLIC.	103.08	<b>A</b>
SIN MO x 6 APLIC.	104.82	<b>A</b>
<b>INTERACCION FUENTE EM X OPCION DE APLICACIÓN</b>		
EMS x 3 APLIC.	112.668	<b>A</b>
EMS x 6 APLIC.	108.814	<b>Ab</b>
EMF x 3 APLIC.	95.101	<b>B</b>
EMF x 6 APLIC.	94.711	<b>B</b>
<b>INTERACCION MAT. ORG. X FUENTE EM x OPCION DE APLIC.</b>		
CON MO x EMSx3 APLIC	109.85	<b>A</b>
CON MOxEMSx6 APLIC	98.32	<b>A</b>
CON MOxEMFx3 APLIC	99.53	<b>A</b>
CON MOxEMFx6 APLIC	99.09	<b>A</b>
SIN MOxEMSx3 APLIC	115.48	<b>A</b>
SIN MOxEMSx6 APLIC	119.31	<b>A</b>
SIN MOxEMFx3 APLIC	90.68	<b>A</b>
SIN MOxEMFx6 APLIC	90.34	<b>A</b>
<b>COMPARACION PROMEDIO DE TRATAMIENTOS Vs TESTIGO</b>		
TRATAMIENTOS	102.82	<b>A</b>
TESTIGO	72.32	<b>B</b>

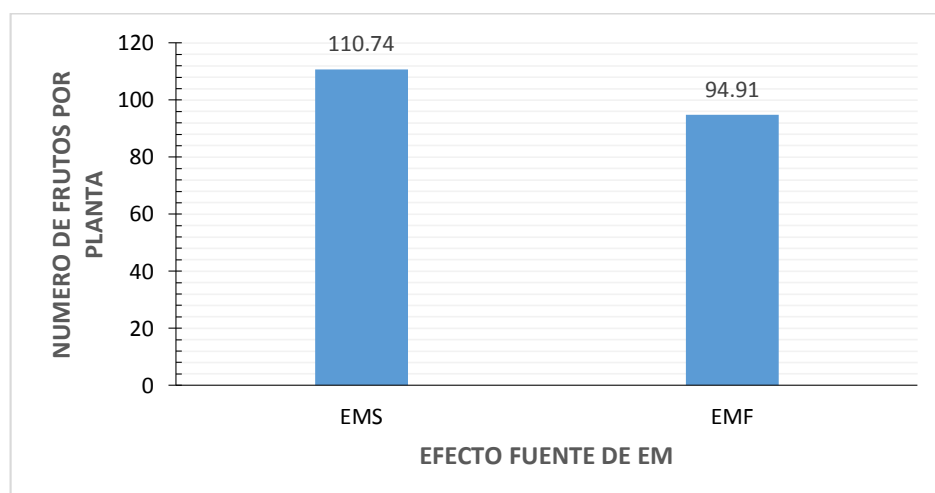
**NOTA:** los promedios de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

#### 4.5.3. Efecto principal fuente de EM sobre el número de frutos por planta

En la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para efecto principal fuente de EM, tabla 9, se observa que los EM de aplicación suelo con 110,74 frutos por planta es estadísticamente superior a los EM de aplicación foliar con 94,91 frutos por planta,

Este resultado es consistente con la mayor longitud y diámetro de futo observado anteriormente y que podría ser la explicación del mayor rendimiento de fruta observado en este tratamiento. Es evidente que los EM de aplicación al suelo tienen un mayor efecto sobre el número de frutos por planta que los EM de aplicación foliar.

Podríamos deducir que, en el caso de los EM, cuando se aplican al suelo, éstos encuentran mejores condiciones de sustrato para adaptarse, reproducirse y ejercer una acción más directa sobre el suelo y sobre las raíces de la planta, para una mejor disponibilidad y absorción de nutrientes y de algunos principios biológicos que favorecen el crecimiento y desarrollo de la planta. En cambio, en los EM de aplicación foliar, los microorganismos benéficos ejercen su efecto sobre las hojas, principalmente las bacterias fototrópicas, mejorando las condiciones que permiten optimizar la fotosíntesis y la acumulación de materia seca en los tejidos de la planta; sin embargo, es posible que su efecto tenga una menor duración en las hojas que en el suelo.

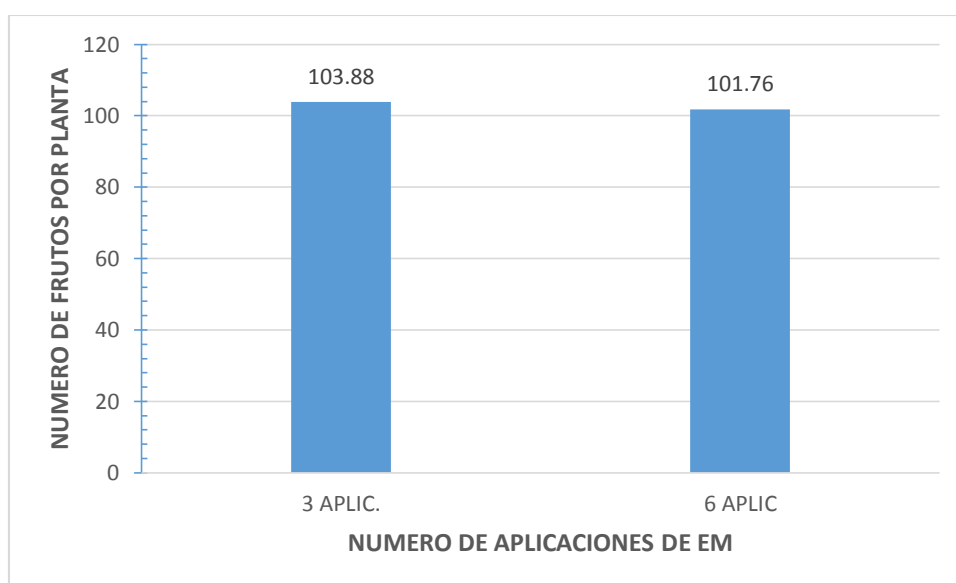


**Figura 34. Efecto principal fuente de EM sobre el número de frutos por planta**

#### 4.5.4. Efecto principal número de aplicaciones sobre el número de frutos por planta

La prueba de Duncan, tabla 13, no detectó diferencias estadísticas entre números de aplicación. 3 aplicaciones con 103,88 frutos por planta y 6 aplicaciones con 101,76 frutos por planta, son estadísticamente iguales. El resultado se observa en la figura 34.

De acuerdo a estos resultados, se puede deducir que, el rendimiento de fruta del ají habanero no es influido por el número de aplicaciones de EM. Esta tendencia también fue observada en el análisis de rendimiento



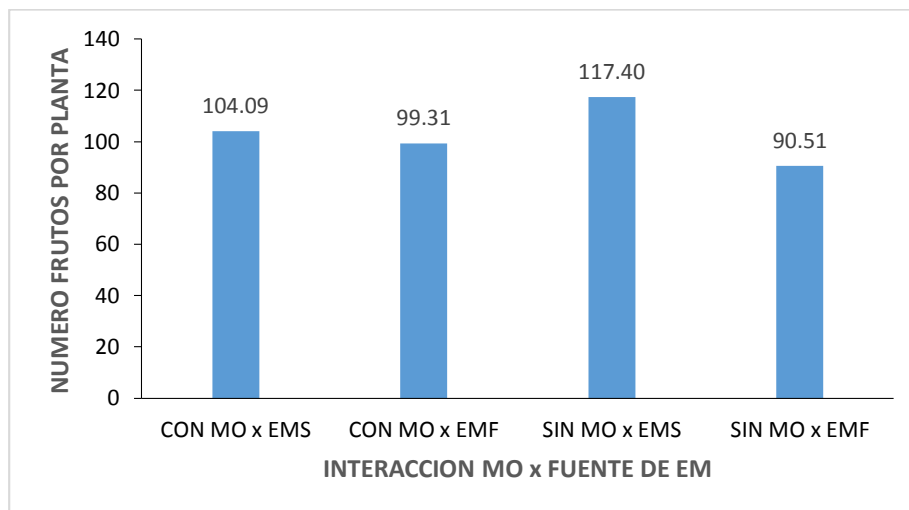
**Figura 35. Efecto principal número de aplicaciones sobre el número de frutos por planta**

#### 4.5.5. Interacción materia orgánica por fuente de EM sobre el número de frutos por planta

La prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad, tabla 13, detectó diferencias significativas en la interacción materia orgánica por fuente de EM sobre el número de frutos por planta del ají habanero. La combinación sin materia orgánica por EM de aplicación al suelo, es el tratamiento de mayor numero de frutos por planta con 117,40 frutos, y es estadísticamente igual a las combinaciones con materia orgánica por EM suelo, con materia orgánica por EM foliar con valores de 104,09 y 99,31 frutos por planta respectivamente. La combinación sin materia orgánica por EM de

aplicación al suelo solo supera a la combinación sin materia orgánica por EM foliar con 90,51 frutos por planta.

Se puede observar que persiste la tendencia de mejor performance en los tratamientos sin materia orgánica y aplicación suelo. la explicación a estos resultados se fundamenta en los mismos argumentos analizados para el rendimiento de fruta.

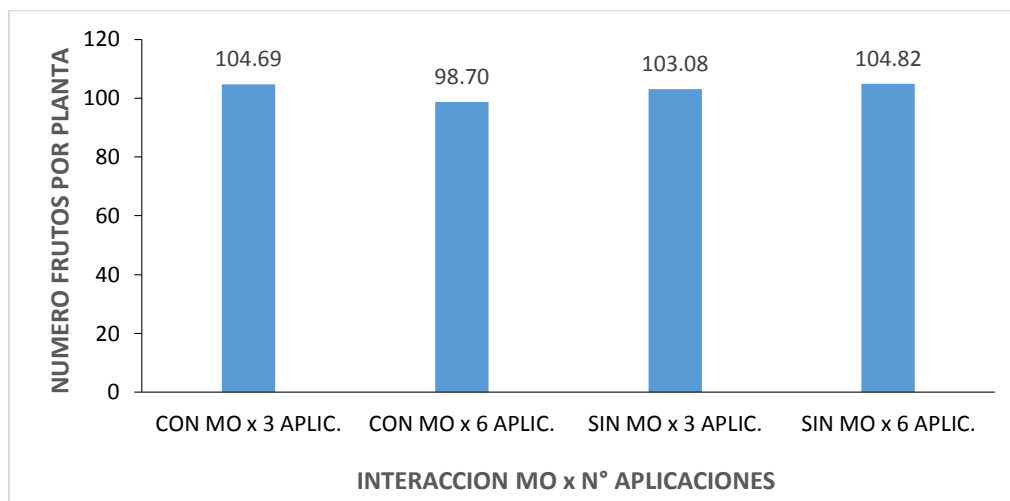


**Figura 36. Interacción MO x fuente de EM sobre el número de frutos por planta**

#### **4.5.6. Interacción materia orgánica por número de aplicaciones de EM sobre el número de frutos por planta**

La prueba de Duncan no detectó diferencias significativas en la interacción materia orgánica por número de aplicaciones de EM sobre el número de frutos por planta del “ají habanero”. El número de frutos osciló entre 98,70 y 104,82. Este resultado es concordante con apreciaciones anteriores, donde se observó que la materia orgánica no influye sobre el número de aplicaciones en su efecto sobre el rendimiento de fruta. Así mismo, el número de aplicaciones tampoco influye sobre la materia orgánica en el rendimiento.



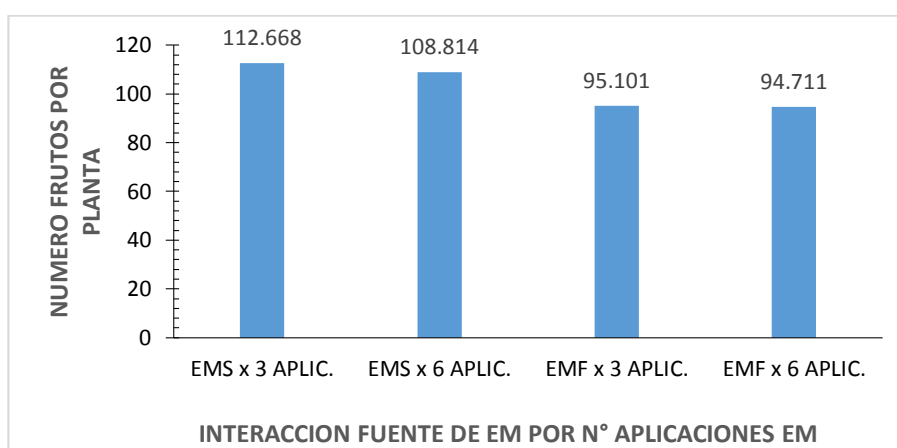


**Figura 37. Interacción MO x Numero de aplicaciones sobre el número de frutos por planta**

#### 4.5.7. Interacción fuente de EM por número de aplicaciones sobre el número de frutos por planta

La prueba de Duncan encontró que la combinación EM suelo por 3 aplicaciones con 112,67 frutos por planta, solo supera a las combinaciones EM foliar 3 aplicaciones y EM foliar 6 aplicaciones con 95,10 y 94,71 frutos por planta, respectivamente, y es igual a la combinación EM suelo por 6 aplicaciones con 108,81 frutos.

En este resultado también se observa el mayor efecto de los EM suelo sobre los EM foliar observado en el rendimiento de fruta. El efecto del numero de aplicaciones no es muy categórico.

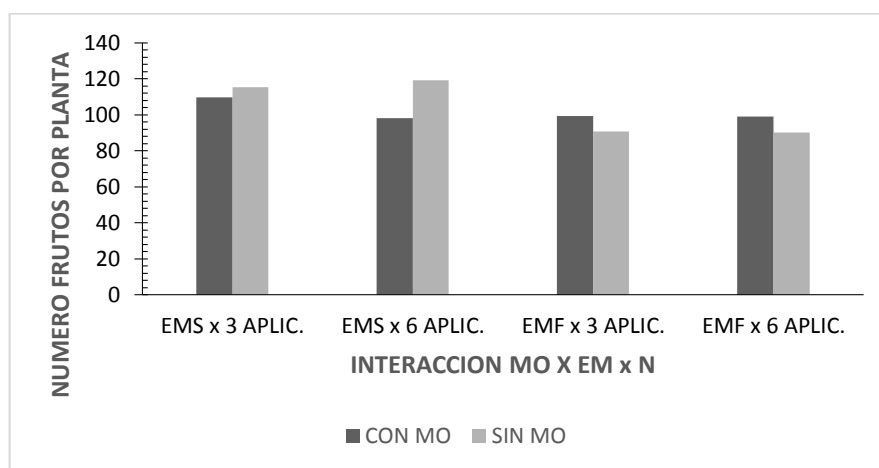


**Figura 38. Interacción Fuente de EM x Número de aplicaciones sobre el número de frutos por planta**

#### 4.5.8. Interacción materia orgánica por fuente de EM por número de aplicaciones (MO x EM x N) sobre el número de frutos por planta

En la prueba de Duncan al 0,05, tabla 13, y en la figura 39, no detecto diferencias significativas entre las diferentes combinaciones de los factores en estudio, sobre el número de frutos por planta a pesar de que en el análisis de varianza si se observó diferencias estadísticas; sin embargo, se puede observar que, numéricamente, los datos de número de frutos muestran una tendencia parecida a la observada en rendimiento de fruta, donde sí se encontró diferencias.

Esta ausencia de significación probablemente se deba a que por el pequeño tamaño de las diferencias, la prueba de Duncan no logro detectar este efecto.



**Figura 39. Interacción Fuente de EM x Número de aplicaciones sobre el número de frutos por planta**

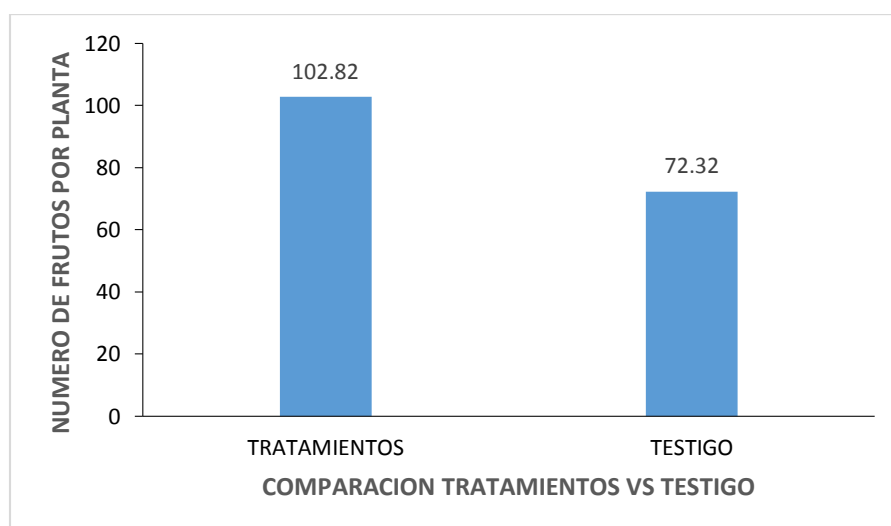
#### 4.5.9. Comparación promedio de tratamientos vs testigo sobre el número de frutos por planta

La prueba de Duncan, tabla 13, para la comparación promedio de tratamientos vs testigo, determinó que el promedio de tratamientos con 102,82 frutos por planta, es estadísticamente superior al testigo que presenta 72,32 frutos por planta

El promedio de tratamientos mostro un numero de frutos por planta 42% superior al del testigo, esta diferencia con nivel de significación de 95% en la prueba de Duncan y 99 % de significación en la prueba de F, nos permite concluir que existe un

efecto importante de los EM de aplicación suelo y foliar sobre el rendimiento de fruta. Se debe recordar que el testigo es una parcela donde no se aplicó EM pero que estuvo sometida a las mismas condiciones de manejo del cultivo que las parcelas que si recibieron EM.

El Efecto de los EM de aplicación suelo y foliar sobre el rendimiento de fruta del ají Habanero encontrado en esta investigación, es coherentes con lo manifestado por EM Producción y Tecnología S,A, 2007, que indican que los principales efectos del EM en área agrícola son los siguientes: promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas. Mejora la capacidad fotosintética de las plantas. Ayuda a las plantas a desarrollar resistencia a plagas y enfermedades. Suprime algunos patógenos que habitan en el suelo. Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. Solubiliza nutrientes en el suelo. Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos. Las bacterias acido lácticas, que es un importante microorganismo en el EM, suprimen microbios patogénicos directa e indirectamente por la producción de *actinomyces*. También se conoce que el efecto antioxidante del EM mejora el sistema inmunológico de plantas y animales.



**Figura 40. Comparación promedio de tratamientos vs el testigo sin aplicación de EM sobre el número de frutos por planta**

#### **4.6. MICROORGANISMOS DEL SUELO:**

En la tabla 14 se puede apreciar un incremento en la población de colonias de bacterias en una muestra de 10g de suelo, haciéndose más evidente este incremento en los tratamientos con **MO x EMS x 6Aplicaciones**, con **MO x EMF x 3 Aplicaciones**, con **MO x EMF x 6Aplicaciones** y sin **MO x EMS x 3Aplicaciones**. En todos estos tratamientos el incremento es de más de 400%. El incremento se produce con respecto al análisis de suelo antes de la aplicación de los tratamientos. En los demás tratamientos el incremento en población es muy reducido o no se ha producido. En el caso del testigo sin aplicación de EM la población de bacterias se reduce de  $10^6$  a  $10^5$  bacterias por g de suelo.

Se puede deducir que los tratamientos que recibieron materia orgánica tienden a generar mejores condiciones para la reproducción de un mayor número de bacterias que las que no recibieron materia orgánica. Asimismo, se puede deducir que, la fuente de EM y el número de aplicaciones no repercute mayormente en el incremento de la colonia de bacterias.

Con respecto a las poblaciones de hongos del suelo, se puede observar diferentes géneros como: *Aspergillus*, *Rhizoctonia*, *Cladosporium*, *Fusarium* y otros. Los únicos hongos fitopatógenos encontrados son *Fusarium* y *Rhizoctonia* causantes de la enfermedad chupadera fungosa, el resto son hongos saprofitos del ambiente. Se puede deducir que las poblaciones totales de hongos (menor de  $10^6$ ) se encuentran en niveles normales de suelo, es decir, no se observa significancia estadística de los factores en estudio sobre las poblaciones de hongos en el suelo.

**Tabla 14. Población de colonias de bacterias y hongos aislados en 10g de suelo agrícola antes y después del experimento. (Promedio de tres repeticiones por dilución y por muestra)**

TRATAMIENTOS	Antes de tratamientos			Después de tratamientos		
	Bacterias (UFC)	Hongos (UFC)	Géneros de hongos	Bacterias (UFC)	Hongos (UFC)	Géneros de hongos
To	4.9 x10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	4.1 x 10 <sup>5</sup>	8.0 x 10 <sup>3</sup>	<i>Aspergillus</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Cladosporium</i>
CMO.EMS .3 <sup>a</sup>	4.9 x10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	1,33 x 10 <sup>6</sup>	1.5 x 10 <sup>4</sup>	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cladosporium</i>
CMO.EMS .6 <sup>a</sup>	4.9 x10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	2.5 x 10 <sup>7</sup>	7.2 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> , <i>Mucor</i> <i>Cladosporium</i>
CMO.EMF .3 <sup>a</sup>	4.9 x10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	9.2 x 10 <sup>7</sup>	3.2 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> , <i>Mucor</i>
CMO.EMF .6 <sup>a</sup>	.9 x10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	7.7 x 10 <sup>7</sup>	3.2 x 10 <sup>5</sup>	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Metharizium</i>
SMO.EMS .3 <sup>a</sup>	4.9 x10 <sup>6</sup>	4 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	2.2 x 10 <sup>7</sup>	5.0 x 10 <sup>5</sup>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cladosporium</i>
SMO.EMS .6 <sup>a</sup>	4.9 x10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	6.4 x 10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>5</sup>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cladosporium</i>
SMO.EMF .3 <sup>a</sup>	4.9 x10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	1.6 x 10 <sup>5</sup>	1.0 x 10 <sup>4</sup>	<i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i>
SMO.EMF .6AP	4.9 x10 <sup>6</sup>	4.0 x 10 <sup>6</sup>	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizoctonia</i> <i>Penicillium</i>	3.0 x 10 <sup>5</sup>	7.0 x 10 <sup>4</sup>	<i>Aspergillus</i> , <i>Rhizophus</i>

UFC: unidades formadoras de colonias

#### 4.7. POBLACIÓN DE NEMATODOS:

##### 4.7.1. Población de larvas de *Meloidogyne* en suelo y raíces

En la tabla 15, se aprecia los resultados del análisis nematológico de las muestras compuestas de cada tratamiento con EM. Se puede observar que el testigo, sin aplicación de EM, es el tratamiento que muestra los mayores niveles de infestación de *Meloidogyne sp*, tanto en número de larvas por 100g de suelo como en número de huevos en raíces y en número de juveniles en raíces. Este nivel de infestación del testigo, tanto en raíz como en suelo, es considerado entre alto y muy alto.

Se puede observar también que los niveles de infestación en raíces, en la mayoría de tratamientos donde se aplicó EM, con niveles menores 300 individuos por g de raíz, es inferior a los niveles de infestación de nematodos en suelo, donde los niveles de infestación, en la mayoría de tratamientos, superaron los 300 individuos por 100g de suelo. Esta interpretación se realiza en base a criterios de calificación adaptada y utilizada en el Departamento de Sanidad Vegetal de la UNP.

Asimismo, se puede observar, que el mayor efecto en la reducción de la población de nematodos en raíz, es en los tratamientos de EM con materia orgánica, en cambio, donde no se aplicó materia orgánica, los niveles de infestación superaron los 800 individuos tanto en raíz como en suelo, por lo que no se observa mayor efecto en el control.

De las observaciones anteriores se puede deducir que si existe un efecto de los EM en la limitación del crecimiento de poblaciones de nematodos en las raíces de las plantas de ají habanero. Estas bajas poblaciones, posiblemente, se expliquen porque el efecto de los EM se produce principalmente en los nematodos del suelo, que, a pesar de presentarse en altas poblaciones, es posible que estos estén debilitados y disminuidos en su capacidad de infestar las raíces del ají. Se sobreentiende que antes del cultivo, estos suelos ya estaban infestado de nematodos, pero que éstos se encontraban en estado inactivo bajo formas de conservación de supervivencia. Cuando se instaló el cultivo y se aplicó materia orgánica los nematodos se activan. En el caso de los tratamientos con materia orgánica los nematodos encuentran alimento disponible en la materia orgánica y es posible que se reproduzcan en el suelo, pero por efecto de los EM éstos pierden capacidad de infestación de raíces. En el caso de los tratamientos sin materia orgánica, donde se encontró poblaciones altas de nematodos en suelo y raíces, al no encontrar materia orgánica que le sirva de alimento disponible, éstos logran ingresar a la raíz en busca de alimento.

**Tabla 15. Población de huevos y larvas en suelo y raíces de *Meloidogyne* en suelo al inicio de la cosecha**

	INFESTACION EN RAICES			INFESTACION EN SUELO	
	N° huevos /g de raíz	N° Juveniles/g de raíz	Nivel de infestación	N° larvas/ 100g suelo	Nivel de infestación
To	4 360	420	Muy alto	2 218	Muy alta
CMO.EMS.3A	720	52	Media	58	Media
CMO.EMS.6A	196	13	Bajo	120	Alta
CMO.EMF.3A	144	15	Bajo	400	Muy alta
CMO.EMF.6A	252	2	Bajo	19	Baja
SMO.EMS.3A	248	16	Bajo	10	Baja
SMO.EMS.6A	1 392	576	Alto	1 030	Muy alta
SMO.EMF.3A	1 680	1052	Muy alto	900	Muy alta
SMO.EMF.6A	873	205	media	208	Muy alta

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

1. La aplicación de materia orgánica con 13 206,92 Kg.Ha-1 de rendimiento de fruta es estadísticamente igual a la ausencia de aplicación de materia orgánica con 13 796,96 Kg.Ha-1. Es decir la materia orgánica en el suelo no produce ningún efecto sobre el rendimiento del fruto de “ají habanero”.
2. El factor de estudio fuente de EM representado por EM suelo es el que mayor influencia demostró en su efecto sobre rendimiento, tamaño de fruto y numero de frutos. El efecto de los otros factores sobre estos mismos parámetros no mostró diferencias estadísticas.
3. No se detectó diferencias estadísticas entre números de aplicación. 3 aplicaciones con 13 590,20 Kg.Ha-1 y 6 aplicaciones con 13 413,68 Kg.Ha-1, de rendimiento de fruta, siendo estadísticamente iguales. El rendimiento de fruta del ají habanero no es influido por el número de aplicaciones de EM.
4. Los mayores rendimientos de fruta de ají Habanero se lograron con las combinaciones CON MO x EM Suelo x 6 APLIC, SIN MO x EM Suelo x 3 APLIC y SIN MO x EM Suelo x 6 APLIC. Con rendimientos entre 14 107,90 y 17 641,03 Kg.h-1. Los rendimientos más bajos se obtuvieron con el testigo sin aplicación.
5. Los tratamientos de EM con MATERIA ORGÁNICA presentan un mayor efecto sobre el incremento de la carga bacteriana del suelo. Los factores fuente de EM y NUMERO DE APLICACIONES no parecen influir sobre el incremento de la población de bacterias. El testigo sin aplicación de EM fue el tratamiento de menor efecto sobre la población de bacterias.
6. Asimismo, los tratamientos de EM con MATERIA ORGANICA son los que ejercen un mayor efecto de control de nematodos en raíces.



## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar las combinaciones CMO x EM Suelo x 6 APLIC, SMO x EM Suelo x 3 APLIC y SMO x EM Suelo x 6 APLIC que han demostrado tener un mayor efecto sobre el rendimiento de fruta por ha. El testigo sin aplicación de EM muestra los rendimientos de fruta más bajos.
2. En caso de suelos con alto grado de infestación de nematodos, se recomienda el uso de EM en combinación con materia orgánica, por ser la formulación que ha demostrado un mejor control de *Meloidogyne sp.*
3. Se recomienda continuar con estudios similares donde se incluyan otros factores de estudio, como dosis, número de aplicaciones y efecto sobre hongos fitopatógenos.

## **CAPITULO VII**

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. ADEX. (2015). Exportaciones de ají y pimientos incrementaron en 19% en el 2015. Diario Gestión. Recuperado de: <http://gestion.pe/exportaciones-peruanas-ajies-y-pimientos-aumentaron-19%>.
2. Agrodaperú. (2016). Registro de exportaciones de ají. Recuperado de: <https://www.agrodaperu.com/category/exportaciones/ajiamarillo-exportacion>
3. Azcón, B. j. y Talón, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, España, Mc Graw-Hill. Interamericana. 522 p.
4. Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. Obtenido de [www.emuruguay.org/images/Manual\\_Practico\\_Uso\\_EM\\_OISCA\\_BID.pdf](http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf).
5. Bosland, P.W. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. p. 479- 487. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA.
6. Carrasco, S. (2005). Metodología de la Investigación Científica. Lima: San Marcos.
7. De la Cruz, T. J. 2009. Producción Tecnificada de Chile Habanero para el creciente mercado nacional e internacional. Ficha técnica. Inifap. Yucatán, México. <http://www.campoyucatan.gob.mx>
8. EM Producción y Tecnología S,A. (2007). Guía de la Tecnología EM. Obtenido de [www.infoagro.go.cr/Inforegiones/.../Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf](http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/.../Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf)
9. EMPROTEC. (2011). Guía de la Tecnología de ME. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>

10. Estación Experimental Agropecuaria para la introducción de tecnologías aplicadas de Japón. (2014). Microorganismos Eficaces EM. EEAITAJ Uruguay. Obtenido de [http://www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos\\_Eficaces\\_EM\\_Presentacion\\_breve.pdf](http://www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos_Eficaces_EM_Presentacion_breve.pdf)
  
11. FAO. (2006). Conservación de los recursos naturales para una Agricultura Sostenible. Materia orgánica y actividad biológica. Obtenido de [http://www.fao.org/ag/Ca/Training\\_Materials/CD27-Spanish/ba/organic\\_matter.pdf](http://www.fao.org/ag/Ca/Training_Materials/CD27-Spanish/ba/organic_matter.pdf)
  
12. González, O., Rojo, P., Amavizca, B., Maldonado, J . , Peñuelas, O., Velásquez, A, Mungarro, C.t Gutiérrez, M., y Arellano, M. 2008. Microorganismos benéficos a nivel semi-comercial en cultivos hortícolas en el valle de! yaqui, sonora, México. Disponible en [http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs\\_libros/agricultura\\_sostenible5/5\\_1/38.pdf](http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agricultura_sostenible5/5_1/38.pdf)
  
13. Huamán, E. (2010). Efecto de la combinación de microorganismos eficaces (EM) y compost en el rendimiento del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. 87 pp.
  
14. HURTADO. 2001. Qué son microorganismos eficientes? Consultado: 18 de setiembre de 2013. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgb>
  
15. INFOAGRO. (2013) Microorganismos eficaces [www.infoagro.com/citricos /limon.htm](http://www.infoagro.com/citricos/limon.htm).
  
16. INIA. (1995). Cultivo de Paprika *Capsicum annum* en el Valle Chancay – Huaral Folleto Huaral- Perú. 10 pp.
  
17. JATHU-MUHU. (2009). Influencia de la aplicacion foliar de microorganismos eficaces (EM) en el establecimiento de alfalfa. Tesis. Instituto peruano de investigacion quechua y aymara. Obtenido de [http://jatha-muhu.org/ revista/percy.pdf](http://jatha-muhu.org/revista/percy.pdf)

18. Jochen Mayer, Susanne Scheid, Hans-Rudolf Oberholzer. 2006. Efectos de diferentes preparaciones de 'Microorganismos Eficaces' (EM) sobre los rendimientos de los cultivos y en los parámetros microbiológicos que se caracterizan por la masa y la actividad de la comunidad microbiana durante cuatro años de aplicación en el campo bajo manejo orgánico. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, Zürich, Suiza.
19. Mae-Wan. (2003). En defensa de un mundo sustentable sin transgenicos. Institute of Science in Society. Obtenido de <http://www.i-sis.org.uk/isp/GM-FreeEspagnol.pdf>.
20. Microorganismos eficaces y los antioxidantes. URL disponible en: <http://www.emro.co.jp/english/library/books/esr2/esr2.html>.
21. Montero, R y Lagos C. 2009. Acción de microorganismos eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de acacia (*Acacia melanoxylon*) para la recuperación de un suelo del municipio de Mondoñedo, Cundinamarca. Revista Colombia. Vol. 12 [www.scielo.org.co/pdf/cofo/v12n1/v12n1a10.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v12n1/v12n1a10.pdf).
22. Najar González, Tracy. 2012. Evaluación de la eficiencia en la producción de compost convencional con la aplicación de la tecnología microorganismos eficaces EM, a partir de los residuos orgánicos municipales, Carhuaz - 2012. Tesis Maestría. Perú, PE. Universidad Nacional de San Agustín.
23. Peñafiel, B., & Donoso, M. (2004). Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de pepino. Tesis. Escuela politécnica del litoral. México. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/695/69530103/69530103.html>
24. Peter, F. (2006). EM Microorganismos Efectivos. Descubre la utilidad de los EM en el hogar y el jardín, la agricultura y la salud. Trad. De Luise S., M. Barcelona, RBA Integral. 237 pp.

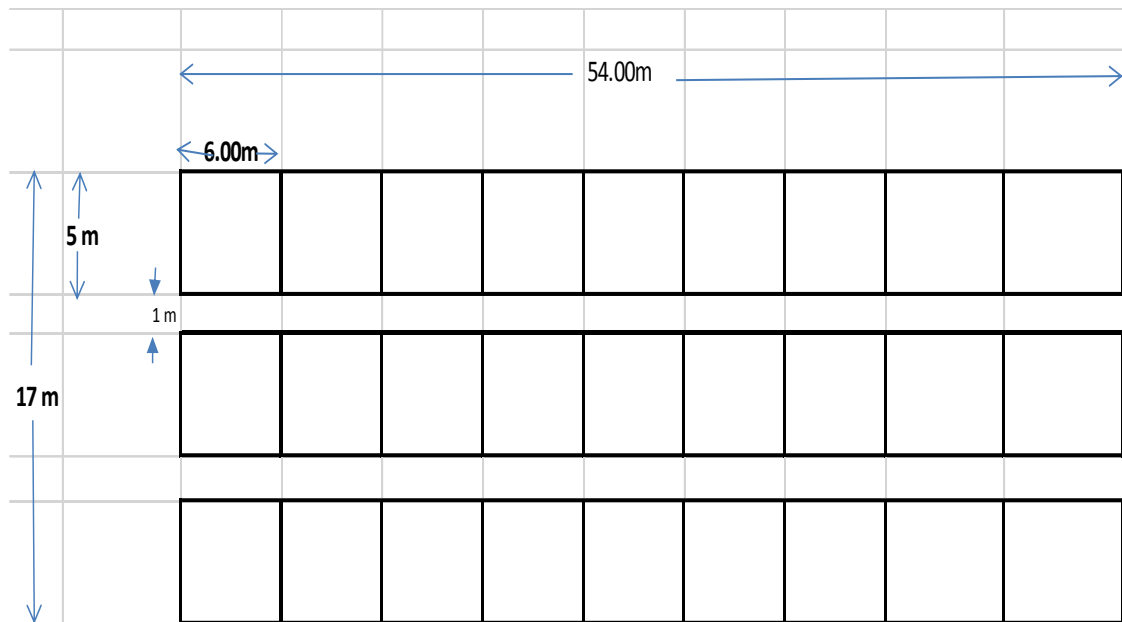
25. PIEDRABUENA. 2003. Microorganismos eficientes: que son? Consultado en 20 de septiembre de 2014. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid>
26. Poma, I. 2007. Efecto de la fertilización química y orgánica con y sin la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) PMV-581. Univ. Agr. La Molina - Lima. 105 p.
27. Proají. 2010. Manual técnico de buenas prácticas agrícolas y del cultivo de ají. Ecuador. 69 p.
28. Salazar-Olivo, L. A. y C. O. Silva-Ortega. 2004. Efectos farmacológicos de la capsaicina, el principio pungente del chile. *Biología Scripta* 1: 7-14.
29. Santoyo, J. J. y Martínez A. C. 2011. Tecnología de producción de Chile Habanero en Casa Sombra en el Sur de Sinaloa, México. 36 p.
30. SEPAR. (2004). Los abonos orgánicos .Guía de campo de los cultivos andinos. 208 pp.
31. SILVA, M. 2009. Microbiología General. (en línea). Consultado: 29 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>
32. Tanaka, T. 1969. Taxonomic problem in Citrus fruit in the Orient Misunderstanding with regards Citrus classification and nomenclature. *Bulletin of the University of Osaka Prefecture* 21: 133-145.
33. Toalombo, I. 2012. Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Tesis. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

## CAPITULO VIII

### ANEXOS

#### ANEXOS A. CAMPO EXPERIMENTAL

**Figura 41. Croquis de campo experimental**



## ANEXOS B. TRATAMIENTOS

**Figura 42. Distribución de tratamientos**

MO1xEM1xO1	MO2xEM1xO1	T0	MO2xEM2xO2	MO1xEM2xO1	MO2xEM2xO1	MO1xEM1xO2	MO2xEM1xO2	MO1xEM2xO2
MO2xEM2xO1	MO1xEM2xO2	MO1xEM1xO2	MO2xEM1xO2	MO1xEM1xO1	MO2xEM2xO2	MO2xEM1xO1	T0	MO1xEM2xO1
MO2xEM1xO1	MO2xEM2xO2	MO1xEM1xO1	MO1xEM2xO2	MO2xEM2xO1	T0	MO2xEM1xO2	MO1xEM2xO1	MO1xEM1xO2
	LEYENDA							
	MO1: Sin Mat. Org	EM1: Suelo	O1: 3 Aplic.					
	MO2: Con Mat. Org.	EM2: Foliar	O2: 6 Aplic					

## ANEXOS C. PARÁMETROS EVALUADOS

**Tabla 16. Rendimiento de fruta (Kg.parcela<sup>-1</sup>)**

BLOQUES	CON MATERIA ORGANICA				SIN MATERIA ORGANICA				TOTAL TRAT.	TESTIGO	TOTAL BLOQUE
	EM SUELO		EM FOLIAR		EM SUELO		EM FOLIAR				
	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM			
I	21.70	22.65	15.70	20.66	23.68	26.70	20.35	16.20	167.64	12.00	179.64
II	16.45	14.55	18.40	21.38	22.21	14.83	8.44	18.50	134.76	9.26	144.03
III	14.45	22.06	19.30	14.58	28.20	19.87	19.43	13.38	151.26	14.33	165.59
MO x EM x O	52.60	59.25	53.40	56.62	74.09	61.40	48.22	48.08	453.67	35.59	489.26
PROMEDIO	17.53	19.75	17.80	18.87	24.70	20.47	16.07	16.03	18.90	11.86	18.12
EM x O	EMS x 3APLIC	126.69	EMS x 6APLIC	120.65	EMF x 3APLIC	101.62	EMF X6APLIC	104.70			
PROMEDIO		21.12		20.11		16.94		17.45			
MO x O	CON MO x 3APLIC	106.00	CON MO x 6APLIC	115.88	SIN MO x 3APLIC	122.32	SIN MO x 6APLIC	109.47			
PROMEDIO		13.25		14.48		15.29		13.68			
MO x EM	CON MO x EMS	111.85	CON MO x EMF	110.02	SIN MO x EMS	135.49	SIN MO x EMF	96.30			
PROMEDIO		18.64		18.34		22.58		16.05			
O	3 APLIC		228.32		6 APLIC		225.35				
PROMEDIO			19.03				18.78				
EM	EMS		247.34		EMF		206.32				
PROMEDIO			20.61				17.19				
MO	CON MO		221.88		SIN MO		231.79				
PROMEDIO			18.49				19.32				

**Tabla 17. Rendimiento de fruta (Kg.ha<sup>-1</sup>)**

BLOQUES	CON MATERIA ORGANICA				SIN MATERIA ORGANICA				TOTAL TRAT.	TESTIGO	TOTAL BLOQUE
	EM SUELO		EM FOLIAR		EM SUELO		EM FOLIAR				
	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM			
I	15500.00	16180.12	11214.29	14759.40	16915.58	19068.32	14535.71	11571.43	119744.86	8571.43	128316.29
II	11750.00	10389.61	13142.86	15272.11	15864.66	10595.24	6031.75	13214.29	96260.51	6614.91	102875.41
III	10321.43	15753.97	13785.71	10413.53	20142.86	14192.55	13877.55	9553.57	108041.17	10238.10	118279.27
MO x EM x O	37571.43	42323.70	38142.86	40445.04	52923.10	43856.11	34445.01	34339.29	324046.54	25424.43	349470.97
PROMEDIO	12523.81	14107.90	12714.29	13481.68	17641.03	14618.70	11481.67	11446.43	13501.94	8474.81	12943.37
EM x O	EMS x 3APLIC	90494.53	EMS x 6APLIC	86179.81	EMF x 3APLIC	72587.87	EMF X6APLIC	74784.33			
PROMEDIO		15082.42		14363.30		12097.98		12464.05			
MO x O	CON MO x 3APLIC	75714.29	CON MO x 6APLIC	82768.74	SIN MO x 3APLIC	87368.11	SIN MO x 6APLIC	78195.39			
PROMEDIO		12619.05		13794.79		14561.35		13032.57			
MO x EM	CON MO x EMS	79895.13	CON MO x EMF	78587.90	SIN MO x EMS	96779.21	SIN MO x EMF	68784.30			
PROMEDIO		13315.86		13097.98		16129.87		11464.05			
O	3 APLIC		163082.40		6 APLIC		160964.14				
PROMEDIO			13590.20				13413.68				
EM	EMS		176674.34		EMF		147372.20				
PROMEDIO			14722.86				12281.02				
MO	CON MO		158483.03		SIN MO		165563.51				
PROMEDIO			13206.92				13796.96				



**Tabla 18. Peso individual de fruto (g)**

BLOQUES	CON MATERIA ORGANICA				SIN MATERIA ORGANICA				TOTAL TRAT.	TESTIGO	TOTAL BLOQUE
	EM SUELO		EM FOLIAR		EM SUELO		EM FOLIAR				
	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM			
I	8.57	9.57	9.02	8.95	9.78	10.10	9.44	8.29	73.72	6.57	80.29
II	9.00	8.84	7.73	9.44	8.78	7.83	7.27	9.44	68.33	7.86	76.19
III	9.82	8.87	8.50	8.23	9.47	9.64	9.15	8.88	72.56	8.14	80.70
MO x EM x O	27.39	27.28	25.25	26.62	28.03	27.57	25.86	26.61	214.61	22.57	237.18
PROMEDIO	9.13	9.09	8.42	8.87	9.34	9.19	8.62	8.87	8.94	7.52	8.78
EM x O	EMS x 3APLIC	55.42	EMS x 6APLIC	54.85	EMF x 3APLIC	51.11	EMF X6APLIC	53.23			
PROMEDIO		9.24		9.14		8.52		8.87			
MO x O	CON MO x 3APLIC	52.64	CON MO x 6APLIC	53.90	SIN MO x 3APLIC	53.89	SIN MO x 6APLIC	54.18			
PROMEDIO		8.77		8.98		8.98		9.03			
MO x EM	CON MO x EMS	54.67	CON MO x EMF	51.87	SIN MO x EMS	55.60	SIN MO x EMF	52.47			
PROMEDIO		9.11		8.65		9.27		8.75			
O	3 APLIC		106.53		6 APLIC		108.08				
PROMEDIO			8.88				9.01				
EM	EMS		110.27		EMF		104.34				
PROMEDIO			9.19				8.70				
MO	CON MO		106.54		SIN MO		108.07				
PROMEDIO			8.88				9.01				

**Tabla 19. Número de frutos por planta**

BLOQUES	CON MATERIA ORGANICA				SIN MATERIA ORGANICA				TOTAL TRAT.	TESTIGO	TOTAL BLOQUE
	EM SUELO		EM FOLIAR		EM SUELO		EM FOLIAR				
	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM			
I	126.60	88.35	87.03	95.44	101.07	132.16	107.79	97.71	836.14	70.01	906.16
II	99.39	82.27	98.02	113.25	126.48	122.72	58.08	97.99	798.20	58.91	857.11
III	103.57	124.33	113.53	88.57	118.89	103.06	106.17	75.31	833.42	88.04	921.47
MO x EM x O	329.56	294.95	298.58	297.26	346.44	357.93	272.03	271.01	2467.76	216.97	2684.73
PROMEDIO	109.85	98.32	99.53	99.09	115.48	119.31	90.68	90.34	102.82	72.32	99.43
EM x O	EMS x 3APLIC	676.01	EMS x 6APLIC	652.88	EMF x 3APLIC	570.61	EMF X6APLIC	568.26			
PROMEDIO		112.67		108.81		95.10		94.71			
MO x O	CON MO x 3APLIC	628.14	CON MO x 6APLIC	592.21	SIN MO x 3APLIC	618.47	SIN MO x 6APLIC	628.94			
PROMEDIO		104.69		98.70		103.08		104.82			
MO x EM	CON MO x EMS	624.51	CON MO x EMF	595.84	SIN MO x EMS	704.38	SIN MO x EMF	543.04			
PROMEDIO		104.09		99.31		117.40		90.51			
O	3 APLIC		1246.62		6 APLIC		1221.15				
PROMEDIO			103.88				101.76				
EM	EMS		1328.89		EMF		1138.87				
PROMEDIO			110.74				94.91				
MO	CON MO		1220.35		SIN MO		1247.41				
PROMEDIO			101.70				103.95				

**Tabla 20. Longitud de fruto (cm)**

BLOQUES	CON MATERIA ORGANICA				SIN MATERIA ORGANICA				TOTAL TRAT.	TESTIGO	TOTAL BLOQUE
	EM SUELO		EM FOLIAR		EM SUELO		EM FOLIAR				
	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM			
I	3.96	4.51	4.06	4.03	4.38	4.55	4.25	3.73	33.46	3.56	37.02
II	4.15	3.98	3.48	4.25	3.97	3.52	3.27	4.25	30.87	4.28	35.15
III	4.82	4.09	3.53	3.70	4.66	4.75	4.12	4.00	33.67	3.45	37.12
MO x EM x C	12.93	12.58	11.07	11.98	13.01	12.82	11.64	11.97	97.99	11.29	109.28
PROMEDIO	4.31	4.19	3.69	3.99	4.34	4.27	3.88	3.99	4.08	3.76	4.05
EM x O	EMS x 3APLIC	25.94	EMS x 6APLIC	25.40	EMF x 3APLIC	22.70	EMF X6APLIC	23.95			
PROMEDIO		4.32		4.23		3.78		3.99			
MO x O	CON MO x 3APLIC	24.00	CON MO x 6APLIC	24.56	SIN MO x 3APLIC	24.65	SIN MO x 6APLIC	24.79			
PROMEDIO		3.00		3.07		3.08		3.10			
MO x EM	CON MO x EMS	25.51	CON MO x EMF	23.05	SIN MO x EMS	25.83	SIN MO x EMF	23.61			
PROMEDIO		4.25		3.84		4.30		3.94			
O	3 APLIC		48.64		6 APLIC		49.35				
PROMEDIO			4.05				4.11				
EM	EMS		51.34		EMF		46.66				
PROMEDIO			4.28				3.89				
MO	CON MO		48.55		SIN MO		49.44				
PROMEDIO			4.05				4.12				

**Tabla 21. Diámetro de fruto de fruto (cm)**

BLOQUES	CON MATERIA ORGANICA				SIN MATERIA ORGANICA				TOTAL TRAT.	TESTIGO	TOTAL BLOQUE
	EM SUELO		EM FOLIAR		EM SUELO		EM FOLIAR				
	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM			
I	3.78	4.52	3.98	3.95	4.31	4.45	4.16	3.66	32.81	3.49	36.30
II	3.97	3.90	3.41	4.16	3.87	3.45	3.21	4.16	30.13	4.18	34.31
III	4.72	3.91	3.46	3.63	4.57	4.66	4.04	3.92	32.90	3.38	36.28
MO x EM x C	12.47	12.33	10.85	11.74	12.75	12.56	11.40	11.74	95.84	11.05	106.89
PROMEDIO	4.16	4.11	3.62	3.91	4.25	4.19	3.80	3.91	3.99	3.68	3.96
EM x O	EMS x 3APLIC	25.22	EMS x 6APLIC	24.89	EMF x 3APLIC	22.25	EMF X6APLIC	23.47			
PROMEDIO		4.20		4.15		3.71		3.91			
MO x O	CON MO x 3APLIC	23.32	CON MO x 6APLIC	24.07	SIN MO x 3APLIC	24.16	SIN MO x 6APLIC	24.30			
PROMEDIO		2.91		3.01		3.02		3.04			
MO x EM	CON MO x EMS	24.80	CON MO x EMF	22.59	SIN MO x EMS	25.31	SIN MO x EMF	23.14			
PROMEDIO		4.13		3.76		4.22		3.86			
O	3 APLIC		47.47		6 APLIC		48.36				
PROMEDIO			3.96				4.03				
EM	EMS		50.11		EMF		45.72				
PROMEDIO			4.18				3.81				
MO	CON MO		47.39		SIN MO		48.45				
PROMEDIO			3.95				4.04				

**Tabla 26. Altura de planta (cm)**

BLOQUES	CON MATERIA ORGANICA				SIN MATERIA ORGANICA				TOTAL TRAT.	TESTIGO	TOTAL BLOQUE
	EM SUELO		EM FOLIAR		EM SUELO		EM FOLIAR				
	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM	3 APLICAC. EM	6 APLIC. EM			
I	83.42	89.24	85.76	87.76	76.61	78.19	84.32	84.70	670.00	75.76	745.76
II	78.25	75.11	80.62	77.47	77.25	79.25	89.02	82.51	639.49	79.02	718.51
III	86.67	79.39	77.25	75.62	87.53	82.76	79.32	78.19	646.73	72.23	718.96
MO x EM x C	248.34	243.75	243.63	240.85	241.39	240.20	252.66	245.40	1956.22	227.01	2183.23
PROMEDIO	82.78	81.25	81.21	80.28	80.46	80.07	84.22	81.80	81.51	75.67	80.86
EM x O	EMS x 3APLIC	489.73	EMS x 6APLIC	483.95	EMF x 3APLIC	496.29	EMF X6APLIC	486.25			
PROMEDIO		81.62		80.66		82.72		81.04			
MO x O	CON MO x 3APLIC	491.97	CON MO x 6APLIC	484.60	SIN MO x 3APLIC	494.05	SIN MO x 6APLIC	485.60			
PROMEDIO		61.50		60.57		61.76		60.70			
MO x EM	CON MO x EMS	492.09	CON MO x EMF	484.48	SIN MO x EMS	481.59	SIN MO x EMF	498.06			
PROMEDIO		82.01		80.75		80.27		83.01			
O	3 APLIC		986.03		6 APLIC		970.20				
PROMEDIO			82.17				80.85				
EM	EMS		973.68		EMF		982.54				
PROMEDIO			81.14				81.88				
MO	CON MO		976.57		SIN MO		979.65				
PROMEDIO			81.38				81.64				

## ANEXOS D. GALERIA DE FOTOS



Figura 43. Activación de EM (Suelo y Foliar), agregando 1 L de melaza de caña



Figura 44. EM (Suelo y Foliar) terminados





Figura 45. Identificación de los tratamientos



Figura 46. Verificación de frutos





Figura 47. Cosecha de frutos por bloques



Figura 48. Peso de frutos por bloques